



MODELO ESTRATÉGICO PARA DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO DE UM HEALTH CLUB

ANTÓNIO BERNARDO PINHEIRO DE ALMEIDA

novembro de 2018

MODELO ESTRATÉGICO PARA DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO DE UM HEALTH CLUB

António Bernardo Pinheiro de Almeida
1131274

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

MODELO ESTRATÉGICO PARA DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO DE UM HEALTH CLUB

António Bernardo Pinheiro de Almeida
1131274

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Sandra Ramos e Engenheiro Marcus Silva.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Eliana Oliveira da Costa e Silva

Professora Adjunta Convidada, Escola Superior de Tecnologia e Gestão

AGRADECIMENTOS

A elaboração da minha dissertação de mestrado foi possível graças ao apoio de algumas pessoas a quem, desde já, agradeço.

As minhas primeiras palavras são dirigidas à minha orientadora, Professora Doutora Sandra Ramos, pelo incentivo, disponibilidade, apoio, cooperação e supervisão prestados para a elaboração desta dissertação de mestrado.

Ao Engenheiro Marcus Silva, orientador na empresa Solinca Health & Fitness, agradeço toda a sua colaboração, abertura, aconselhamento e exigência manifestada, ao longo deste desafio.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, que comigo partilharam diversas experiências, agradeço a ajuda e a amizade vivenciadas ao longo destes cinco anos.

Por último, mas não menos importante, à minha família, em particular aos meus pais, por acreditarem em mim, pelo seu grande apoio e incentivo em levar por diante todos os meus objetivos e projetos.

PALAVRAS CHAVE

Gestão de manutenção, clubes *Health & Fitness*, planeamento, gestão de custos, método multicritério AHP, *softwares* de gestão de manutenção

RESUMO

A gestão da manutenção envolve o conhecimento integrado das organizações permitindo saber onde, quando e porquê aplicar as diferentes ações de manutenção. O aumento da complexidade e a diversidade dos ativos físicos destas mesmas organizações justificam a procura de modelos de gestão de manutenção eficientes e economicamente viáveis.

Ao longo desta dissertação são apresentadas as contribuições resultantes de um estudo sobre modelos de gestão de manutenção de instalações e equipamentos de um conjunto de clubes de *Health & Fitness*. O estudo parte de uma caracterização e avaliação do modelo atualmente implementado no grupo introduzindo-se, posteriormente, alterações ao modelo vigente, de forma a serem obtidas alternativas alinhadas com as estratégias do grupo e que garantam, por um lado, disponibilidade e conforto das instalações e, por outro, qualidade de serviço. A priorização das soluções alternativas, inerentes aos quatro modelos propostos e ao modelo atual, é feita com recurso ao método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) que permite a tomada de decisão em cenários em que a priorização de alternativas é baseada em diversos critérios. Em última instância, propõe-se uma metodologia para a implementação da alternativa com maior aderência às metas definidas procedendo-se, ainda, a uma breve descrição de um conjunto de *softwares* de gestão de manutenção disponíveis no mercado.

Os resultados mostram que o modelo de manutenção, consistente e coerente com as estratégias do grupo, privilegia maioritariamente uma estrutura de recursos humanos própria, em detrimento da subcontratação.

KEYWORDS

Maintenance management, Health & Fitness clubs, planning, cost management, multi-criteria AHP, maintenance management software

ABSTRACT

The maintenance management involves the integrated knowledge of the organizations allowing to know where, when and why to apply the different maintenance actions. The increased complexity and diversity of the physical assets of these same organizations justify the search for efficient and economically viable maintenance management models.

The contributions resulting from a study on models of maintenance management of facilities and equipment of a set of Health & Fitness clubs are presented throughout this dissertation. The study starts with a characterization and evaluation of the model currently implemented in the group, introducing, later, changes to the current model, to obtain alternatives aligned with the strategies of the group and that, on the one hand, guarantee the availability and comfort of the facilities and, on the other hand, the quality of service. The prioritization of the alternative solutions, inherent to the four proposed models and the current model, is made using the multicriteria Analytic Hierarchy Process (AHP) that allows decision making in scenarios in which the prioritization of alternatives is based on several criteria. In the last instance, a methodology is proposed for the implementation of the alternative with greater adherence to the defined goals, with a brief description of a set of maintenance management software available in the market.

The results show that the maintenance model, consistent and coherent with the group's strategies, favours mainly a human resources structure of its own, in detriment of subcontracting.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AFNOR	Association Française de Normalisation
AHP	Analytic Hierarchy Process
APP	Application
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CMMS	Computerized Maintenance Management Systems
CQA	Controlo e Qualidade das Águas
ERP	Enterprise Resource Planning
IC	Índice de Consistência
IPQ	Instituto Português da Qualidade
IR	Índice Aleatório
KPI	Key Performance Indicators
MCDM	Multiple-Criteria Decision-Making
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time to Repair
NFC	Near Field Communication
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OT	Operational Technology
PH	Potencial Hidrogeniónico
PPH	Porto Palácio Hotel
RC	Razão de Consistência
RCM	Reliability Centred Maintenance
REST	Representational State Transfer
SaaS	Software as a Service
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SLA	Service Level Agreement
SONAE	Sociedade Nacional de Estratificados
TM	Técnico de Manutenção
TPM	Total Productive Maintenance

Lista de Símbolos

&	E
%	Porcentagem
+	Soma
×	Multiplicação
=	Igual a
≠	Diferente de
>	Maior que
<	Menor que
€	Euro
α	Alpha
λ	Lambda

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Balanced Scorecard	Metodologia de medição e gestão de desempenho
ISO 9000	Grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão. É formada pelas normas 9001, 9004 e 19011
NP EN 13306	Terminologia da Manutenção
NP EN 15341	Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)
NF X60-010	Cinco níveis de manutenção

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LINHAS DE FORÇA DA MANUTENÇÃO (PINTO, 1994)	37
FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÃO SEGUNDO A NORMA NP EN 13306:2010	38
FIGURA 3 – OITO PILARES DO TM	45
FIGURA 4 - COMPONENTES DA EFICIÊNCIA (GIAGI, 2007)	50
FIGURA 5 - MODELO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE (CABRAL, 2006)	51
FIGURA 6 - FATORES E ÁREAS DA QUALIDADE (GIAGI, 2007)	52
FIGURA 7 - CURVA ABC DE PARETO (ADAPTADO: HTTP://TANIS.COM.BR/BLOG/)	54
FIGURA 8 - ICEBERG DE CUSTOS (CABRAL, 2006)	55
FIGURA 9 - DIAGRAMA DOS RESULTADOS ECONÓMICOS DA MANUTENÇÃO (OLIVEIRA, 2013)	56
FIGURA 10 - CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DE MANUTENÇÃO (ADAPTADO DE CABRAL, 2006)	56
FIGURA 11 - PONTO ÓTIMO DE CUSTOS (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993)	57
FIGURA 12 - ESTRUTURA HIERÁRQUICA GENÉRICA DE PROBLEMAS DE DECISÃO (ADAPTADO: SANTOS, 2008)	61
FIGURA 13 - FLUXOGRAMA GERAL DO MÉTODO AHP (VILAS BOAS, 2006)	65
FIGURA 14 - ORGANOGRAMA DA EMPRESA SOLINCA	72
FIGURA 15 - ORGANOGRAMA MODELO ATUAL	73
FIGURA 16 - ORGANOGRAMA MODELO 1	78
FIGURA 17 - ORGANOGRAMA MODELO 2	79
FIGURA 18 - ORGANOGRAMA MODELO 3	80
FIGURA 19 - ORGANOGRAMA MODELO 4	81
FIGURA 20 - ORGANOGRAMA COMUNICAÇÕES	95

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA DE COMPARAÇÕES BINÁRIAS (ADAPTADO: BRIOZO & MUSETTI, 2015)	61
TABELA 2 - ÍNDICES ALEATÓRIOS (IR) (SANTOS, 2008)	64
TABELA 3 - CUSTO DO MODELO ATUAL	75
TABELA 4 - CUSTO DO MODELO 1	82
TABELA 5 - CUSTO DO MODELO 2	83
TABELA 6 - CUSTO DO MODELO 3	83
TABELA 7 - CUSTO DO MODELO 4	84
TABELA 8 - NOMENCLATURAS DOS ELEMENTOS DA HIERARQUIA	87
TABELA 9 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS EM RELAÇÃO AO OBJETIVO GLOBAL.....	87
TABELA 10 - CÁLCULO DA MATRIZ DE CRITÉRIOS NORMALIZADA	88
TABELA 11 - MATRIZ DE CRITÉRIOS NORMALIZADA	88
TABELA 12 - VETOR DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS	89
TABELA 13 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO CUSTO.....	89
TABELA 14 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO QUALIDADE	90
TABELA 15 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO TEMPO.....	90
TABELA 16 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO EFICIÊNCIA.....	90
TABELA 17 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO RECURSOS HUMANOS.....	90
TABELA 18 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO APROVISIONAMENTO	91
TABELA 19 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RESPETIVO VETOR DE PRIORIDADES EM RELAÇÃO AO CRITÉRIO IMPLEMENTAÇÃO	91
TABELA 20 - CÁLCULO DO PESO RELATIVO DAS ALTERNATIVAS EM RELAÇÃO AO OBJETIVO GLOBAL	91
TABELA 21 - PRODUTO DA MATRIZ DE COMPARAÇÃO PELO VETOR DE PRIORIDADES.....	92
TABELA 22 - RAZÃO DE CONSISTÊNCIA DAS ALTERNATIVAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS	93
TABELA 23 - HIERARQUIA DOS CRITÉRIOS.....	94
TABELA 24 - HIERARQUIA DAS ALTERNATIVAS.....	94
TABELA 25 - TIPOS DE SERVIÇOS	105

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Contextualização	25
1.2	Objetivos	26
1.3	Metodologia	26
1.4	Estrutura da Dissertação	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	Definição de Manutenção	31
2.2	Evolução Histórica da Manutenção	32
2.3	Função da Manutenção.....	34
2.4	Objetivos da Manutenção	36
2.5	Tipos de Manutenção.....	37
2.6	Os 5 Níveis de Manutenção	40
2.7	Modelos de Gestão da Manutenção	41
2.7.1	Manutenção Produtiva Tota (TPM)	42
2.7.2	Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)	45
2.8	Indicadores de Desempenho da Manutenção	47
2.9	Eficiência e Qualidade na Manutenção.....	49
2.10	Gestão de Stocks em Manutenção	53
2.11	Análise dos Custos de Manutenção	54
2.12	Outsourcing vs. Insourcing.....	57

2.13	A Metodologia AHP	58
2.13.1	Método Multicritério de Análise de Decisão	58
2.13.2	AHP – Conceito	59
2.13.3	Implementação do Método AHP	60
2.13.4	Aplicações do AHP	65
2.13.5	Benefícios e Limitações do AHP	66
3	DESENVOLVIMENTO	71
3.1	Caraterização da Empresa Solinca Health & Fitness	71
3.2	Descrição das Necessidades de Manutenção	72
3.3	Modelo Estratégico Atual	73
3.3.1	Descrição do Modelo	73
3.3.2	Análise dos Custos	75
3.3.3	Prós e Contras	76
3.4	Propostas de Novos Modelos Estratégicos	77
3.4.1	Descrição dos Modelos	77
3.4.2	Análise dos Custos	82
3.4.3	Prós e Contras	85
3.5	Seleção do Modelo Estratégico	85
3.5.1	Desenvolvimento e Aplicação do Método AHP	85
3.5.1.1	Construção da Hierarquia	86
3.5.1.2	Definição de Prioridades e Comparações Par-a-Par	86
3.5.1.3	Consistência Lógica	92
3.5.1.4	Análise de Resultados	93
3.5.2	Implementação do Modelo selecionado	94
3.6	Softwares de Gestão de Manutenção para aplicação do Modelo Estratégico	95
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	109
4.1	Conclusões	109
4.2	Proposta de Trabalhos Futuros	111
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	115

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura da Dissertação

1 INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo divide-se em quatro secções e tem o propósito de enquadrar e apresentar o trabalho desenvolvido. Primeiramente, procede-se à contextualização do trabalho. Segue-se uma descrição dos objetivos do trabalho, da metodologia de investigação e, por fim, é apresentada a estrutura geral deste documento.

1.1 Contextualização

Manutenção, entendida como o conjunto de ações que contribuem para o bom e correto funcionamento de equipamentos e/ou instalações, é hoje, mais do que nunca, crucial para o sucesso das organizações. Diante deste cenário, as organizações começam a olhar para o departamento da manutenção como um dos principais aliados na redução de custos e aumento da qualidade e desenvolvem esforços para transformar a manutenção num setor de excelência.

Os estabelecimentos de prestação de serviços de manutenção da condição física, independentemente da designação com que se identifiquem, sejam ginásios, academias ou clubes de saúde (*health clubs*), são um bom exemplo de organizações que procuram ter um departamento de manutenção de alto nível. Estes estabelecimentos são espaços que respondem às necessidades de manutenção da condição física numa ótica de uso comunitário e que têm como objetivo principal a rentabilidade, pelo que cada um procura a diferenciação de todos os outros do mesmo setor de atuação, transmitindo ao cliente a convicção de que está perante algo de diferente e melhor. Para isso estas organizações têm de ter qualidade. Embora qualidade não seja fácil de definir, pois o que é bom para uns poderá não o ser para outros, é consensual que a adoção, por parte da gestão, de boas práticas de manutenção implica níveis de prestação de serviços de qualidade determinantes na competitividade e rentabilidade das organizações.

Pelas características dos serviços oferecidos, os estabelecimentos de prestação de serviços de manutenção da condição física vêm-se obrigados a praticar programas de manutenção de instalações e equipamentos específicos que incluem políticas de manutenção preventiva e corretiva. Por exemplo, por lei, todas as infraestruturas que contenham uma piscina de uso coletivo, o que é frequente em academias e nos clubes de saúde, devem seguir rigorosos procedimentos de manutenção preventiva.

A complexidade da manutenção em ambientes como ginásios, academias ou clubes de saúde aliada à busca de competitividade e rentabilidade por parte destes justificam a

procura de modelos estratégicos de manutenção, ótimos em determinado sentido, baseados na integração de técnica, conhecimento e gestão.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo definir um modelo estratégico de manutenção de instalações e equipamentos de um conjunto de clubes de *Health & Fitness* que garanta, a custos reduzidos, por um lado, disponibilidade e conforto das instalações e, por outro, qualidade de serviço.

Tratando-se de um objetivo ambicioso e tendo em conta a complexidade inerente ao tópico sob investigação e as restrições temporais associadas a uma dissertação de Mestrado, a sua concretização será focalizada na prossecução dos seguintes objetivos mais específicos:

- Caracterização e análise do modelo estratégico de manutenção atual do grupo;
- Definição de modelos estratégicos de manutenção alternativos ao modelo atual, com vista à obtenção de vantagem competitiva e, com isso, conseguir melhor desempenho e redução de custos;
- Apresentação de um modelo de manutenção alinhado com os objetivos estratégicos do grupo, no que concerne a custos, qualidade, tempo, eficiência, recursos humanos, aprovisionamento e implementação;
- Implementação da alternativa que melhor se articula com as metas estabelecidas pelo grupo;
- Seleção de um *software* de gestão de manutenção que satisfaça as exigências do grupo.

1.3 Metodologia

No sentido de atingir os objetivos enumerados no ponto anterior, foi definida e executada a seguinte metodologia de análise.

Fundamentação teórica do trabalho

- Pesquisa bibliográfica sobre conceitos fundamentais na área da gestão de manutenção e dos modelos matemáticos multicritério para a priorização de alternativas.

Caracterização e análise da estratégia de manutenção atual

- Identificação das necessidades de manutenção do grupo, da estrutura de recursos humanos (interna e externa) afeta ao modelo atual e das suas funções; quantificação dos custos da estrutura; prós/contras do modelo.

Definição de modelos de manutenção alternativos

- Proposta de modelos alternativos que abranjam estruturas próprias, em matéria de recursos humanos, estruturas subcontratadas e estruturas mistas; definição das funções dos diferentes recursos; quantificação de custos.

Priorização dos modelos de manutenção propostos

- Aplicação do modelo matemático *Analytic Hierarchy Process*, que auxilia a tomada de decisão em ambientes complexos, considerando vários critérios para a priorização e seleção de alternativas.

Implementação da alternativa com maior aderência às metas

- Definição do método de comunicação dentro da estrutura de recursos humanos do modelo selecionado garantindo que os serviços programados sejam executados segundo um padrão pré-estabelecido e que os serviços não previstos sejam executados em tempo útil.

Seleção de um *software* de gestão de manutenção

- Pesquisa de *softwares* de gestão de manutenção existentes no mercado, identificação e comparação das suas especificidades e seleção daquele que melhor satisfaz as exigências do grupo.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada de acordo com uma sequência lógica de raciocínio e aplicação estando dividida em cinco capítulos.

O capítulo 1 – Introdução – apresenta de forma geral o trabalho desenvolvido sendo feita a contextualização do trabalho, enquadrando-o tanto ao nível do estado da arte, quanto ao nível da sua importância para o grupo Solinca, seguidamente são descritos os objetivos que se pretendem atingir e traçada a metodologia a aplicar para que os mesmos sejam cumpridos.

No capítulo 2 – Revisão Bibliográfica – enquadram-se os fundamentos teóricos do trabalho desenvolvido procedendo-se, ainda, à explicação dos métodos utilizados para a concretização dos objetivos propostos.

No capítulo 3 – Desenvolvimento – é feita a caracterização da empresa, a descrição das suas necessidades e, posteriormente, a análise do seu modelo estratégico atual de manutenção. Contempla também propostas de novos modelos estratégicos de manutenção, a seleção do modelo que se afigura mais adequado, sendo apresentados os vários passos realizados e os resultados obtidos que fundamentam as conclusões do capítulo seguinte procedendo-se, ainda, à descrição de três *softwares* de manutenção utilizados no mercado.

O capítulo 4 apresenta as conclusões gerais do trabalho, estruturadas com base nas ilações resultantes da matéria em estudo. O capítulo encerra com uma proposta de trabalhos futuros.

Em última instância, o capítulo 5 apresenta as referências e outras fontes de informação utilizadas para a escrita desta dissertação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Definição de Manutenção
- 2.2 Evolução Histórica da Manutenção
- 2.3 Função da Manutenção
- 2.4 Objetivos da Manutenção
- 2.5 Tipos de Manutenção
- 2.6 Os 5 Níveis de Manutenção
- 2.7 Modelos de Gestão da Manutenção
- 2.8 Indicadores de Desempenho da Manutenção
- 2.9 Eficiência e Qualidade na Manutenção
- 2.10 Gestão de Stocks em Manutenção
- 2.11 Análise dos Custos de Manutenção
- 2.12 Outsourcing vs. Insourcing
- 2.13 A Metodologia AHP

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda os conceitos fundamentais que constituíram, grosso modo, a base do trabalho desenvolvido nesta dissertação focando, essencialmente, dois pontos: os conceitos teóricos relacionados com a manutenção (implementação, avaliação, gestão, entre outros) e a descrição do método multicritério AHP.

2.1 Definição de Manutenção

Numa perspetiva etimológica, o vocábulo manutenção deriva do latim "*manus tenere*" e, concetualmente, significa ato ou efeito de manter, sustentar, consertar ou conservar algo.

Segundo a AFNOR, a aceção do termo compreende o "*conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado*" (Ferreira, 1998), pelo que uma "*boa manutenção deve assegurar essas operações a um custo global otimizado*", segundo o mesmo organismo.

No entanto, a partir de 2001, o conceito de manutenção ganhou maior amplitude e uma dimensão europeia passando a significar, de acordo com a NP EN 13306:2010, a "*combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida*" (IPQ, 2010).

Interessante é, igualmente, ter em conta o contributo de outros autores, na perspetiva de uma maior abrangência do termo.

Ao definir manutenção, V. Pinto (1994) deixa transparecer a importância da articulação que deve existir entre o conjunto de "*atividades que se desenvolve em todo o ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que visa manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança*".

Farinha (1997), por seu turno, procurando contribuir para a conceptualização do termo, salienta a questão da otimização, no que concerne aos ciclos de vida dos bens: "*combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para otimização dos seus ciclos de vida*".

Para Monchy (1989), a manutenção dos equipamentos de produção afigura-se determinante, quer para a produtividade empresarial, quanto para a qualidade dos produtos, pelo que constitui um desafio industrial a necessidade de questionar

estruturas inertes vigentes e diligenciar métodos ajustados à nova natureza dos materiais.

Curiosa é ainda a imagem metafórica a que Monchy (1989) recorre, ao fazer a analogia entre a vida humana e a das máquinas ou de um objeto técnico, para definir manutenção como “*a medicina das máquinas*” evidenciando, ainda, a necessidade de ser encontrado um ponto de equilíbrio de intensidade e magnitude das ações de manutenção para que esta seja eficaz e assegure o conjunto de atividades necessárias a um custo global otimizado.

Cabral (2006) acrescenta que o referido ponto de equilíbrio deve estabelecer-se através de um conjunto de ações, que integram a Gestão de Manutenção, destinadas a especificar o nível de manutenção.

Vários são os autores e muitos os conceitos por eles apresentados para definir manutenção, com particular incidência na prevenção, conservação e correção da atividade. No entanto, é interessante observar, nas definições mais recentes, a relevância dada aos aspetos humanos, de custos e de fiabilidade da função manutenção (M. Costa, 2013).

Se, por um lado, é inegável a importância do aumento da disponibilidade dos equipamentos, não pode ser descurado, por outro, um bom planeamento de manutenção. Por conseguinte, há que estar atento e sensível ao desempenho das máquinas, quando este é insatisfatório, à manutenção, sempre que a mesma é ineficaz, e aos tempos de manutenção corretiva elevados, para acautelar e retificar o aumento das perdas de produção, de mercado e de oportunidades impedindo, assim, a redução de lucros, entre outras consequências indesejáveis (Marques, 2012).

2.2 Evolução Histórica da Manutenção

A História permite constatar que, uma das primitivas manifestações humanas, em matéria de manutenção, ainda que levada a efeito empiricamente, ocorre durante o período pré-histórico, sobretudo no Neolítico, aquando da necessidade de substituir uma ponta de sílex (rocha sedimentar) por uma outra, em razão do seu desgaste ou quebra.

Por outro lado, se atentarmos à origem do termo manutenção, este remonta ao vocabulário militar, a partir de 1930, através das unidades de combate, cujo objetivo primordial assentava na preservação do efetivo e de todo o material num nível aceitável de funcionamento e de conservação (Farinha, 1997).

Todavia, as grandes transformações a que se assistiu, no que concerne à manutenção, ocorreram nos últimos trinta anos, conforme referem Kardec & Nascif (2009), particularmente resultantes do incremento do número e multiplicidade dos itens físicos (instalações, equipamentos e edificações) a manter, de projetos bastante mais complexos, de novas técnicas de manutenção, de perspectivas inovadoras sobre a sua organização e responsabilidades inerentes e, ainda, da importância da manutenção

enquanto função estratégica que visa, essencialmente, a melhoria do resultado e o aumento da competitividade.

Kardec & Nascif (2009) distinguem quatro estádios geracionais, no que concerne à evolução da Manutenção, ao longo do tempo em que a mesma tem vindo a funcionar de modo organizado.

A Primeira Geração compreende o período anterior à Segunda Guerra Mundial, concretamente quando a indústria era ainda pouco mecanizada, com equipamentos simples e, maioritariamente, superdimensionados, pelo que não se justificava uma manutenção sistematizada, mas antes fundamentalmente corretiva não planeada (Kardec & Nascif, 2009).

A Segunda Geração ocorre após a Segunda Grande Guerra (anos 50 a 70), período em que se assistiu a uma redução do contingente de mão de obra industrial, em razão de um significativo incremento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Surge, então, o conceito de manutenção preventiva, baseada em intervenções nos equipamentos realizadas em intervalos fixos.

Por seu turno, os custos da manutenção cresceram de forma expressiva, se comparados com outras despesas de natureza operacional, fazendo aumentar os sistemas de planeamento e controlo da manutenção, bem como a procura de meios que permitam aumentar a vida útil dos itens físicos e, conseqüentemente, justifiquem o respetivo capital investido (Kardec & Nascif, 2009).

A Terceira Geração teve início na década de 70, aquando da aceleração do processo transformacional das indústrias, assistindo-se a um reforço do conceito e à utilização da manutenção preditiva, a par do desenvolvimento de *softwares* que contribuíram para um melhor planeamento, controlo e acompanhamento dos serviços de manutenção. Entretanto, na década de 90 é implantado o conceito de fiabilidade. Pese embora a procura de uma maior fiabilidade, surgem constrangimentos relacionados com a falta de interação nas áreas de engenharia, manutenção e operação inviabilizando, assim, a obtenção de melhores resultados (Kardec & Nascif, 2009).

Por último, na Quarta Geração, assiste-se a uma consolidação das atividades de Engenharia da Manutenção, que encontram, na garantia da Disponibilidade, da Fiabilidade e da Manutibilidade, as principais razões da sua existência.

A Manutenção, ao dar prioridade à minimização de falhas precoces, encontra na análise de falhas uma metodologia reconhecida, capaz de rentabilizar o desempenho dos equipamentos e da própria empresa.

Assiste-se a um incremento, em matéria de utilização, da manutenção preditiva registando-se uma tendência para a redução na aplicação da manutenção preventiva, porquanto obriga à paralisação de equipamentos e sistemas com implicações negativas na produção, tal como sucede relativamente à manutenção corretiva não planeada que acaba por funcionar como um indicador da ineficácia da manutenção.

A interação envolvendo as áreas de engenharia, manutenção e operação constituem, por si só, um fator relevante de garantia de metas empresariais.

Em última instância importa salientar, como grande alteração ocorrida durante esta geração, uma melhoria no que à contratação diz respeito, assente numa relação de parceria de longo prazo (Kardec & Nascif, 2009).

2.3 Função da Manutenção

Nos primórdios da era industrial, a função manutenção circunscrevia-se exclusivamente ao retorno das condições normais dos equipamentos, através da eliminação das falhas e avarias neles existentes.

Entretanto, o paradigma alterou-se e as empresas tendem a impor, de forma mais sistemática, a ideia de que a manutenção deve assegurar a disponibilidade confiável dos equipamentos ao menor custo, pelo que a sua função é levada a adotar uma orientação integrada envolvendo produção e engenharia dos processos e produtos (Treno, 2012).

Atualmente, a ação de manutenção requer, por conseguinte, um conjunto integrado de recursos humanos e materiais, norteados por determinada política de manutenção e com os quais atua sobre os equipamentos, no sentido de otimizar os seus ciclos de vida.

Para o efeito, o responsável de manutenção tem como função gerir os referidos recursos para alcançar objetivos determinados recorrendo, para o efeito, à implementação de um conjunto diversificado de ações (C. V. Pinto, 2002):

- Orientar os recursos no sentido de assegurar a sua eficácia e eficiência;
- Planear e programar as atividades e intervenções de manutenção;
- Coordenar a realização das intervenções planeadas, programadas e curativas dentro dos prazos previstos e com a qualidade requerida;
- Controlar os custos envolvidos e verificar a sua conformidade com as previsões orçamentadas;
- Motivar e promover a formação dos recursos humanos com o objetivo de atingir elevados níveis de produtividade individual e de equipa.

As atividades da função manutenção, por seu turno, podem agrupar-se em duas áreas operacionais correspondentes às funções primárias e secundárias.

As primeiras, relacionadas com o trabalho diário realizado pelo Departamento de Manutenção, podem assumir a seguinte distribuição (Cabrita & Silva, 2002):

- **Manutenção dos equipamentos da empresa:** esta atividade, ao assumir um papel de extrema relevância, justifica, por conseguinte, a existência da função

manutenção, consistindo na ação de efetuar reparações que o equipamento de produção requer, de um modo célere e economicamente viável, procurando antecipar tais reparações, através de um *software* de manutenção adequado a cada situação;

- **Manutenção de edifícios e terrenos:** concerne às reparações em edifícios e infraestruturas circundantes à empresa, designadamente arruamentos, pinturas, sistemas de drenagem, captação e fornecimento de água às instalações fabris;
- **Exploração das instalações de produção/abastecimento energético:** sempre que as instalações fabris da empresa permitam gerar a sua própria fonte de energia, compete ao Departamento de Manutenção assumir esta atividade;
- **Instalação de novos equipamentos, participação na conceção e construção de equipamentos e/ou edifícios:** sempre que os equipamentos e/ou as instalações fabris da empresa necessitem de ser modernizados;
- **Inspeção, lubrificação e limpeza dos equipamentos da empresa:** ainda que muitas empresas continuem a atribuir esta função à produção, trata-se de uma operação que requer conhecimentos técnicos que existem na manutenção.

Por seu turno, as funções secundárias, por razões de ordem prática, histórica ou de outra índole, são atribuídas à função manutenção podendo ser classificadas do seguinte modo (Cabrita & Silva, 2002):

- **Gestão de armazéns:** em grande parte das empresas procede-se à diferenciação entre os armazéns gerais e o de peças, sendo que este fica sob a alçada da função manutenção;
- **Gestão de resíduos industriais:** esta atividade é, igualmente, assumida pela função manutenção, por força das atuais normativas ambientais e tecnologias utilizadas, como é o caso das estações de tratamento de águas residuais;
- **Controlo de fontes de poluição:** tendo em conta que os diversos componentes do processo produtivo são passíveis de emitir poluentes, justifica-se a necessidade de os mesmos estarem sujeitos a controlos e afinações periódicas por parte da manutenção;
- **Outras atividades:** licenciamento de equipamentos e instalações, estudos e projetos.

Dada a relevância da função manutenção, importa ainda referir que as atividades que lhe são atribuídas sejam claramente definidas e traçados os limites, em matéria de autoridade e responsabilidade, associados a cada uma dessas atividades.

2.4 Objetivos da Manutenção

Antes de mais, importa sublinhar que os objetivos da manutenção devem ser criteriosamente definidos pela empresa e estarem subordinados aos objetivos globais, tal como refere Coetzee (1999), pelo que os seus diversos departamentos e divisões necessitam de funcionar de modo integrado e harmonioso, no sentido de se obter a máxima contribuição conjunta para a concretização dos objetivos do negócio.

Por outro lado, há que ter em linha de conta que o objetivo inicial de qualquer setor de manutenção é a garantia de que todos os equipamentos sob a sua alçada cumpram a função para a qual foram colocados ao serviço dos utilizadores, privilegiando a maximização da disponibilidade como objetivo fundamental (Farinha, 1997).

Neste particular, Souris (1990) considera que a manutenção pode ocorrer no âmbito de uma despesa concretizada por um orçamento ou relação a uma determinada atividade industrial privilegiando, como objetivo, a minimização de custos.

A subordinação a que Coetzee (1999) alude leva a manutenção a operar em áreas, tais como a segurança, a produção, a qualidade, o bom relacionamento interpessoal, a imagem da empresa, a disponibilidade, os custos e a preservação dos investimentos.

Por conseguinte, as linhas de força da manutenção devem passar necessariamente pelos seguintes objetivos (Pinto, 1994):

- **Segurança** - Esta área deve estar sempre associada ao trabalho e gestão da manutenção envolvendo a segurança de todos os intervenientes no processo, designadamente as pessoas (tanto os operadores como a comunidade) e os equipamentos;
- **Qualidade** - Visa a obtenção do melhor rendimento dos equipamentos, com o mínimo possível de defeitos de produção e o máximo respeito pelas condições de higiene, segurança e do próprio meio ambiente;
- **Disponibilidade** - Procura garantir a máxima operacionalidade dos equipamentos, durante o maior período de tempo possível, minimizando os tempos e o número de paragens, tanto as programadas, quanto as imprevistas, que resultam de avarias, por forma a contribuir para a normalização da produção e cumprimento de prazos;
- **Custo** - Este objetivo tem como expectativa que, em qualquer intervenção de manutenção, seja assegurado o mínimo custo global, resultante da análise dos custos de produção e dos motivados pela manutenção ou não manutenção.

A referida interligação das linhas de força da manutenção encontra-se representada na figura seguinte.



Figura 1 - Linhas de força da manutenção (Pinto, 1994)

Como é compreensível, não é expectável que a manutenção optimize todas as referidas áreas em simultâneo, pelo que a gestão da manutenção deve procurar encontrar o nível de manutenção mais equilibrado e ajustado à empresa em que se insere.

Acresce referir que as vantagens de uma manutenção de qualidade são comprovadas, de imediato, pelo bom funcionamento de um bem ou sistema. Daí, aspetos como a segurança, a proteção ambiental, a qualidade e motivação pessoal, assumirem uma relevância acrescida em matéria de manutenção, porquanto estão diretamente relacionados com a obtenção de níveis elevados de produtividade (Campbell & Jardine, 2001).

2.5 Tipos de Manutenção

Segundo Pinto (2013), será mais correto classificar as práticas de manutenção em dois tipos distintos: a manutenção planeada e a não planeada. A primeira resulta, normalmente, da necessidade de intervir para efetuar uma melhoria, uma prevenção ou a reposição de algum componente, em caso de avaria, pelo que deve ser planeada junto da produção. Por seu turno, a manutenção não planeada decorre após ser detetada uma falha ou serem descortinados desempenhos inferiores num determinado equipamento, pelo que se trata de um tipo de intervenção não programado.

Em matéria do custo de manutenção, o mesmo autor refere que a manutenção não planeada apresenta menor custo, se comparado com o que resulta da prevenção de falhas em equipamentos.

A norma NP EN 13306:2010 distingue duas grandes categorias de manutenção, que diferem consoante o modo pelas quais são implementadas, podendo subdividir-se noutros tipos, conforme ilustra a figura seguinte.

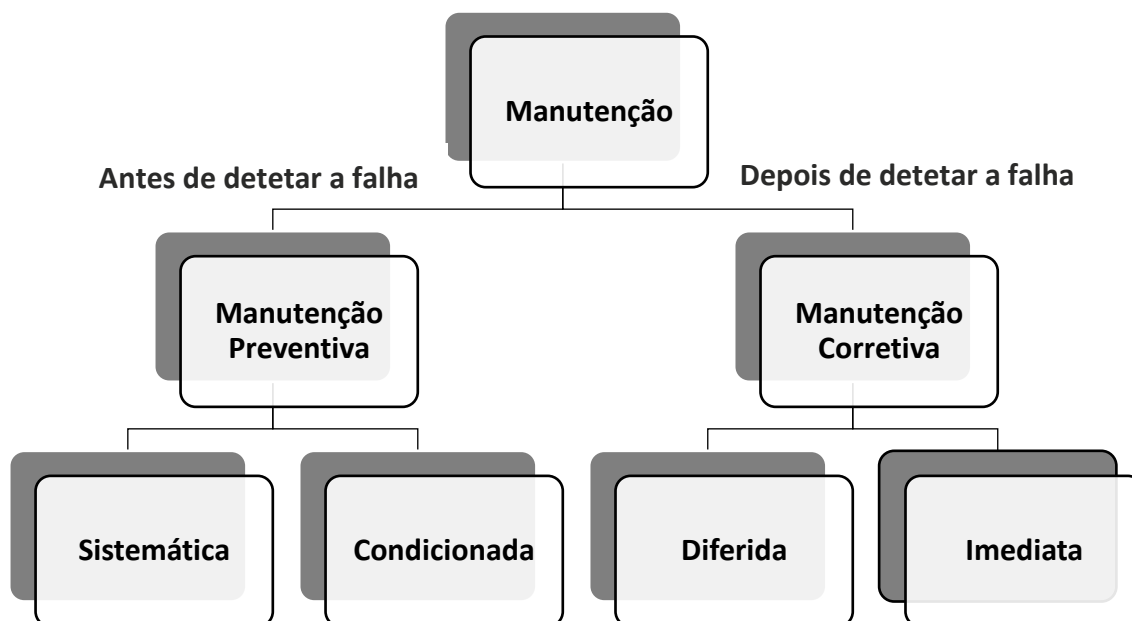


Figura 2 - Classificação dos diferentes tipos de manutenção segundo a norma NP EN 13306:2010

Todavia, a divisão dos tipos de manutenção representada na imagem não é consensual, porquanto nem todos os autores estão em sintonia relativamente ao modo como a mesma deve ser estruturada podendo, ainda, falar-se de manutenção preditiva.

Manutenção Preventiva

A NP EN 13306:2010 define-a como sendo a “*manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.*”, acrescentando, no que concerne ao seu planeamento, que esta pode ser “*efetuada de acordo com um calendário pré-estabelecido ou de acordo com um número definido de unidades de utilização.*” (IPQ, 2010).

Deste modo, a manutenção preventiva acaba por ser uma tipologia de intervenção programada, preparada e executada, que antecede a data de eventuais avarias, e que consiste em ações de manutenção repetidas, num determinado período temporal, a partir de um calendário definido, tendo em conta o número de horas e a criticidade do equipamento (Monchy, 1989).

A frequente intervenção de inspeções e de ações de manutenção, em intervalos de tempo pré-definidos, torna-se vantajosa, uma vez que permite, por um lado, a redução dos níveis de falhas em situação de emergência e, por outro, a melhoria da disponibilidade dos equipamentos.

Como se pode observar na Figura 2, a manutenção preventiva pode subdividir-se em manutenção sistemática e condicionada.

A manutenção preventiva, de carácter sistemático, é definida pela NP EN 13306:2010 como sendo aquela que é *“efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem.”* (IPQ, 2010).

Este tipo de manutenção carece de determinados parâmetros de revisão ou reparação sendo definidos, em conformidade, os respetivos prazos e custos.

Refira-se, a título de exemplo, alguns dos trabalhos que podem ser levados a cabo, neste tipo de manutenção (Almeida, 2011):

- Limpeza do equipamento;
- Substituição de componentes;
- Revisões;
- Intervenções;
- Lubrificações.

Por outro lado, a manutenção preventiva condicionada baseia-se *“na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.”*, segundo a norma NP EN 13306:2010 (IPQ, 2010).

A sua utilização incide, fundamentalmente, na recolha de dados dos equipamentos de modo a permitir uma melhor execução da reparação.

Eis algumas das técnicas usadas neste tipo de manutenção (Almeida, 2011):

- Monitorização de vibrações;
- Monitorização de performance;
- Análise de ruído;
- Análise por ultrassons;
- Inspeção visual.

Manutenção Corretiva

Recorrendo uma vez mais à Figura 2, importa subdividir esta em manutenção corretiva imediata e diferida.

A primeira, é definida pela NP EN 13306:2010 como sendo aquela que é *“efetuada imediatamente após a deteção de um estado de falha, para evitar consequências inaceitáveis.”* (IPQ, 2010) e designada por Pinto (2013) como reativa, pelo facto de reagir ao acontecimento após a sua ocorrência.

Por sua vez, a manutenção corretiva diferida, segundo a referida norma, *“não é efetuada imediatamente depois da deteção de um estado de falha”* sendo *“retardada*

de acordo com regras de manutenção determinadas.”. Neste particular, importa salientar que este tipo de manutenção tem, como principal objetivo, a preocupação de corrigir ou adaptar o equipamento. Assim, deve garantir uma inspeção regular com o propósito de identificar a falha ou a necessidade de ajustar o equipamento ou sistema a novas funcionalidades, de modo a permitir efetuar o respetivo planeamento e programação para uma paragem de produção.

Manutenção Preditiva

Ainda que não conste da classificação dos diferentes tipos de manutenção ilustrados pela Figura 2, a manutenção preditiva é definida pela NP EN 13306:2010 como *“Manutenção condicionada, efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.”* (IPQ, 2010).

Este tipo de manutenção é igualmente conhecido como manutenção baseada na condição porquanto, através do recurso a técnicas de inspeção, é possível supervisionar a evolução do estado do equipamento e intervir no momento mais conveniente (Slack, Chambers, & Johnston, 2009).

A aplicação da manutenção preditiva é oportuna, sempre que um determinado componente apresente um “sintoma” – a variação do nível de vibração, o calor, a alteração de espessura ou o seu desgaste – que permita caracterizar o seu processo de falha (Slack et al., 2009).

2.6 Os 5 Níveis de Manutenção

Na ótica do executante da tarefa, será redutor encarar uma única aceção em matéria de níveis de manutenção, porquanto estes variam de empresa para empresa podendo assumir várias definições. Com a introdução de novas filosofias de manutenção, compete ao operador da máquina a execução de tarefas de manutenção do equipamento, sendo que cada operação ou conjunto de operações preventivas para um determinado equipamento se integrará, necessariamente, num dos diferentes níveis de manutenção. Importa, ainda, referir que as ações de manutenção se podem caracterizar, de acordo com o seu grau de complexidade, quer dependam do nível técnico e/ou qualificação do(s) executante(s), quer dos meios envolvidos (Sousa, 2011).

A AFNOR, através da norma NF X60-010, enumera cinco níveis de manutenção permitindo definir com rigor as seguintes ações:

- Natureza dos trabalhos;
- Local de intervenção;
- Pessoal de execução;
- Ferramentas necessárias;

- Documentação;
- Peças consumíveis.

Considere-se, agora, os referidos níveis em que a manutenção é caracterizada (AFNOR, 1994):

- **Nível I** - *“Regulações simples, previstas pelo fabricante, por meio de órgãos acessíveis sem necessidade de desmontagem ou abertura do equipamento, ou troca de elementos consumíveis (lâmpadas, fusíveis, etc.) acessíveis em completa segurança.”*

É executado pelo operador, no local, com recurso a ferramentas de uso geral e com apoio das instruções de operação.

- **Nível II** - *“Resolução de avarias por troca de elementos previstos para esse efeito e operações de manutenção preventiva, tais como lubrificação ou controlo de funcionamento.”*

É efetuado por um técnico habilitado, no próprio local, recorrendo a ferramentas auxiliares definidas pelas instruções da manutenção.

- **Nível III** - *“Identificação e diagnóstico de avarias, reparação por troca de componentes ou de elementos funcionais, reparações mecânicas menores, e todas as operações correntes de manutenção preventiva.”*

É realizado por um técnico especializado, no local ou nas instalações de manutenção utilizando, para o efeito, aparelhos de medida, regulação e bancos de ensaio.

- **Nível IV** - *“Todos os trabalhos importantes de manutenção corretiva ou preventiva, com exceção de renovação e reconstrução. Este nível compreende também a regulação dos aparelhos de medida utilizados para a manutenção e, eventualmente, a verificação de padrões por organismos especializados.”*

É executado por uma equipa completa e qualificada, com oficina especializada e apetrechada com equipamento de ensaio e controlo específico.

- **Nível V** - *“Trabalhos de renovação, reconstrução ou reparações importantes, confiados a uma oficina central ou a uma unidade exterior.”*

É efetuado por uma equipa de manutenção completa e especializada.

2.7 Modelos de Gestão da Manutenção

No decurso dos últimos trinta anos, os modelos TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total) – e RCM – *Reliability Centred Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade) – têm sido mundialmente aplicados com sucesso na indústria (Cabrita & Silva, 2002). Refira-se que ambos os modelos se

baseiam na otimização da relação custo/eficácia da função manutenção, ora motivando elevados níveis de segurança de pessoas e bens, ora assegurando a continuidade do processo produtivo e a defesa do meio ambiente.

Atendendo ao facto de a indústria nacional se caracterizar por um tipo de cultura tradicionalmente fechada e seccionada, a adoção dos princípios inerentes ao modelo TPM traduzir-se-ia num significativo crescimento da sua eficiência, no que concerne à diminuição de custos e ao aumento da produtividade. Por sua vez, a adoção da filosofia RCM significaria a minimização das dificuldades de manutenção de sistemas, que têm vindo a apresentar maior complexidade e cuja manutenção preventiva determina custos e níveis de indisponibilidade elevados (Cabrita & Silva, 2002).

2.7.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Com origem no Japão em 1951, o TPM esteve, desde logo, associado à introdução da manutenção preventiva numa das fábricas automóveis do grupo Toyota (*Nippon Denso*), particularmente aquando da sua automatização, pelo que recaiu nos operadores de produção o desempenho de algumas tarefas, em matéria de manutenção.

A implementação desta filosofia não pode estar dissociada do seu percursor – Seiichi Nakajima – que, inicialmente, a introduziu na indústria nipónica, desde finais de 1970, com enorme impacto na economia do país (Cardoso, 1999).

Concetualmente, na perspetiva de Willmott & McCarthy (2001), TPM é uma filosofia ou modo de pensar da manutenção traduzindo uma nova ideia de como preservar uma instalação ou equipamento. Este modelo afirma-se, assim, como um método de gestão que visa, por um lado, a identificação das perdas que ocorrem nos processos produtivos e a sua consequente eliminação e, por outro, a maximização do ativo industrial assegurando a conceção de produtos de qualidade superior a custos competitivos. O TPM desenvolve competências e saberes capazes de reeducar os intervenientes no processo para ações preventivas e de melhoria contínua, certificando a fiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos acrescidos.

Com a aplicação desta filosofia, o que mais sobressai é o contributo coletivo do pessoal da produção em ações de manutenção aproveitando, assim, o facto de o operador ser o melhor conhecedor do equipamento, logo quem detém capacidades superiores para poder recomendar as melhores condições de funcionamento e consequente prevenção de avarias do equipamento. Daí ser relevante providenciar a formação mais adequada dos recursos humanos, quer na área da manutenção, quer no setor da produção, sensibilizando-os a todos para a importância de se envolverem num trabalho colaborativo, cujo diálogo é fator determinante (Nakajima, 1988).

No entanto, apesar deste modelo ser atualmente uma referência para as grandes indústrias, ainda há organizações que não compreendem a importância do TPM, tal como não procedem corretamente à sua implementação (Wireman, 2005).

Para Nakajima (1988), cada letra da sigla TPM assume um significado específico, conforme se pode constatar de seguida.

T - Total

- Eficiência global;
- Rendimento total dos equipamentos;
- Abrangência de todo o ciclo de vida dos equipamentos;
- Participação de todos os colaboradores da empresa.

P - Produtiva

- Limite máximo de eficiência do sistema de produção;
- Zero acidentes;
- Zero defeitos;
- Zero falhas.

M - Manutenção

- Conservar os equipamentos em condições de novos;
- Ter um nível máximo de produção;
- Ter um nível máximo de produtividade;
- Apresentar melhorias e conservá-las.

Naguib (1993), citando Nakajima, refere que o TPM é uma estratégia de gestão dos equipamentos de uma empresa, cuja filosofia assenta em cinco princípios:

- Maximizar a eficiência dos equipamentos incluindo a sua disponibilidade, desempenho, eficiência e a taxa de qualidade dos produtos concebidos pelo equipamento;
- Criar um sistema de manutenção que agregue todos os níveis de serviços de manutenção em toda a vida útil do equipamento;
- Envolver todas as funções inerentes à empresa, designadamente o design, a produção, as operações, a manutenção, as finanças e o pessoal;
- Garantir a colaboração de todos os intervenientes, desde a gestão de topo aos trabalhadores da produção;
- Efetuar melhoramentos de forma continuada, através de atividades levadas a cabo por equipas independentes.

Importa referir que esta filosofia tem como principal objetivo a eliminação de falhas, defeitos e demais perdas e desperdícios, contribuindo para tal o envolvimento de todos. Neste sentido, (Nakajima, 1988) elenca seis grandes perdas:

- Perdas por paragens programadas;
- Perdas por ajustes na produção;
- Perdas por falhas nos equipamentos;
- Perdas por velocidade reduzida (cadência) dos equipamentos;
- Perdas no início da produção;
- Perdas por defeito e retrabalho.

Podem, ainda, ser considerados outros tipos de perdas não circunscritas exclusivamente aos equipamentos, tal como perdas nos recursos humanos e na indústria de processo.

Relativamente à metodologia de implementação do modelo TPM, há que ter em linha de conta a seguinte sequência de fases (Cabrita & Silva, 2002):

1. Anúncio público da decisão de introdução do modelo TPM, por parte da administração empresarial;
2. Campanha de divulgação, informação e formação, recorrendo à realização de seminários aos mais diversos níveis;
3. Conceção de uma estrutura de promoção e dinamização do TPM;
4. Definição das linhas orientadoras e de ação, bem como dos objetivos a alcançar;
5. Criação do plano diretor do TPM;
6. Implementação dos oito pilares básicos do TPM.

Sendo o TPM um modelo de elevada complexidade, requer uma estratégia que, segundo Nakajima (1988), assenta em oito pilares fundamentais (Figura 3).

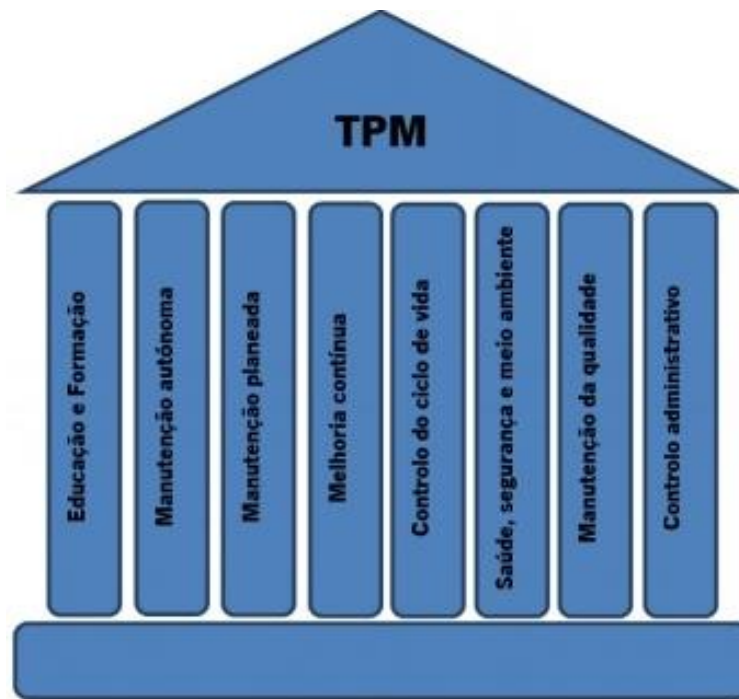


Figura 3 – Oito pilares do TM

Em última análise, sendo o TPM uma ferramenta na qual estão envolvidos todos os processos de produção e manutenção, há quem defenda (Tavares, 1999), ainda, que o conceito básico deste modelo, pelo seu caráter dinâmico, privilegie a reformulação e melhoria da estrutura empresarial, a partir da reestruturação das pessoas e equipamentos, tendo em conta a colaboração generalizada dos diversos níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional.

2.7.2 Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)

Inicialmente introduzido na indústria aeronáutica, o RCM estende-se hoje em dia a praticamente todos os tipos de indústria.

Tem-se assistido, nas últimas décadas, a uma crescente diversidade e multiplicidade de equipamentos, cada vez mais complexos, ao aparecimento de inovadoras técnicas de manutenção que levam a que seja atribuída maior relevância à função manutenção. Por conseguinte, surgiu a necessidade da criação de um método de trabalho que permitisse sintetizar os novos avanços e desafios num modelo coerente, para que todos os recursos disponíveis pudessem ser aplicados de um modo mais racional (Ramos, 2012).

O RCM, segundo Rui Assis (2010), baseia-se num “*método sistemático para determinar quais devem ser os requisitos de manutenção, de forma a assegurar que qualquer equipamento continue a desempenhar as funções requeridas no seu contexto operacional*”. Fundamentalmente, trata-se de um modelo alternativo de manutenção,

focalizado na compreensão das causas que motivaram falhas nos equipamentos para, assim, ser possível minimizar as consequências da sua ocorrência.

Neste particular, Dhillon (2006) vai ainda mais longe, ao considerar que o referido modelo tem como objetivo a otimização dos custos e a eficácia da manutenção combinando, para o efeito, dois fatores (política e custos da manutenção) que, preferencialmente, conduzam a níveis elevados em matéria de segurança do pessoal e das próprias instalações, à proteção ambiental e, ao mesmo tempo, a uma adequada disponibilidade dos equipamentos para a produção. Trata-se, pois, de uma metodologia de trabalho que visa escolher, de acordo com a especificidade de cada equipamento e com o respetivo grau de criticidade, o tipo de manutenção a adotar, para que os objetivos técnico-económicos da gestão possam ser alcançados.

Dhillon (2006) enuncia os seguintes objetivos do RCM que, no seu entender, são os mais relevantes:

- Definir prioridades que permitam facilitar a manutenção preventiva de um modo efetivo;
- Delinear tarefas de manutenção preventiva capazes de restabelecer a segurança e a fiabilidade aos níveis iniciais do equipamento danificado;
- Reunir informação necessária para aprimorar os equipamentos que evidenciem um nível insatisfatório de fiabilidade original;
- Cumprir os três anteriores objetivos com o menor custo total compreendendo os custos de avarias e de manutenção.

A implementação deste modelo é conseguida a partir da criação de grupos de trabalho multidisciplinares e multifuncionais, constituídos por elementos de diferentes níveis hierárquicos que integram as funções de produção e manutenção. Para o efeito, devem possuir formação na metodologia RCM e respetivas técnicas sendo apoiados por um especialista no modelo. Deste modo, serão identificadas, em primeiro lugar, as avarias críticas dos equipamentos, as designadas “avarias escondidas”, que não influenciam numa primeira fase a produção, logo não têm efeitos imediatamente visíveis, podendo, no entanto, culminar em consequências operacionais e económicas gravosas (Cabrita & Silva, 2002).

Em suma, o modelo RCM configura-se como uma estratégia organizacional, inerente à área da manutenção, ao introduzir uma mais-valia no processo produtivo, capaz de incentivar o aparecimento e a propagação do conhecimento a toda a hierarquia empresarial, o que permite uma melhoria contínua do desempenho dos equipamentos, através do envolvimento de técnicos de manutenção e operadores de produção, resultando numa maior disponibilidade, fiabilidade e, conseqüentemente, numa otimização dos custos operacionais que compreendem ainda aspetos relativos à segurança e ao meio ambiente (Ramos, 2012).

2.8 Indicadores de Desempenho da Manutenção

Na atividade de manutenção, tal como em qualquer outra área da gestão, a existência de indicadores de desempenho constitui um fator decisivo, não só para o seu controlo, como também para o próprio processo de melhoria contínua.

De algum tempo a esta parte, tem vindo a ser dada maior relevância à melhoria do desempenho dos processos para a indústria. Por conseguinte, as empresas necessitam de desenvolver e implementar indicadores chave de desempenho (KPI - *Key Performance Indicators*) capazes de medir a referida melhoria. A sua utilização permitirá, por um lado, a avaliação da situação atual e, por outro, as alterações futuras, possibilitando assim uma análise comparativa entre os diferentes momentos (Meland, 2010).

Segundo Cabral (2009), a definição de indicadores chave para proceder à avaliação do desempenho da manutenção, estimula, desde logo, a necessidade de desenvolver uma gestão da manutenção apoiada em boas práticas, de forma a atingir metas ambiciosas.

O mesmo autor (Cabral, 2006), aquando da criação dos chamados indicadores de desempenho, refere a sua utilidade, clareza, fidelidade e complementaridade entre uns e outros como principais requisitos a ter em conta, por forma a cobrirem o necessário das atividades da manutenção na empresa.

Os indicadores de desempenho, de acordo com a NP EN 15341:2009, podem ser estruturados em três grandes grupos (IPQ, 2009):

- Indicadores económicos;
- Indicadores técnicos;
- Indicadores organizacionais.

Por norma, os mais utilizados na área da manutenção são os indicadores técnicos, designadamente a fiabilidade, a manutibilidade e a disponibilidade. Os indicadores económicos, por seu turno, permitem estimar e relacionar os custos da manutenção, enquanto os organizacionais são aplicados na avaliação dos recursos humanos inerentes à manutenção.

Importa salientar que os indicadores usados em gestão da manutenção devem estar harmoniosamente articulados com os objetivos estratégicos da gestão da empresa. Para Cabral (2009), o segredo da gestão reside na escolha dos indicadores adequados, por períodos suficientemente longos, de forma a permitir retirar conclusões.

Taxa de avarias

O conceito de avaria, definido pela norma NP EN 13306:2010, consiste na “*cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida.*”, ou seja, este torna-se impossibilitado de cumprir o objetivo para o qual foi criado (IPQ, 2010).

A partir da análise efetuado ao histórico de avarias de um determinado equipamento ou componente, é possível perceber a frequência com que estas ocorrem possibilitando, assim, determinar um padrão de avaria.

A taxa de avarias exprime com exatidão o número de avarias por unidade de utilização. Para calcular este indicador é comum utilizar-se a expressão seguinte:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de avarias}}{\text{Tempo total de funcionamento}}$$

Fiabilidade

A fiabilidade consiste na probabilidade de um equipamento estar apto para cumprir a sua missão durante um espaço temporal, tal como é definida pela NP EN 13306:2010: *“Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo.”* (IPQ, 2010).

A fiabilidade é caracterizada pelo indicador MTBF (*Mean Time Between Failures*) que exprime o tempo decorrente, em média, entre duas avarias.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{N^{\circ} \text{ de avarias}}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Manutibilidade

Segundo a NP EN 13306:2010 a manutibilidade é definida como *“Aptidão de um bem, sob condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos.”* Em suma, o termo exprime a facilidade com que o equipamento pode repor a sua função inicial após uma avaria (IPQ, 2010).

A manutibilidade pode ser avaliada através do indicador MTTR (*Mean Time to Repair*) indicando o tempo médio necessário para reparar uma avaria ou a média dos tempos de intervenção corretiva.

$$MTTR = \frac{\text{Tempo total de manutenção corretiva}}{N^{\circ} \text{ de avarias}}$$

Disponibilidade

Este indicador sugere o tempo durante o qual determinado equipamento está disponível para operar. Segundo a NP EN 13306:2010 a disponibilidade é definida como a *“Aptidão de um componente a cumprir uma determinada função, nas devidas condições, num certo momento e num intervalo de tempo pré-estabelecido.”* (IPQ, 2010).

A expressão usada para calcular a disponibilidade conjuga, assim, os dois últimos indicadores referidos relacionando-os:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

O objetivo principal da manutenção é, pois, aumentar este indicador. Analisando a equação anterior, é possível constatar que, para se registrar um aumento da disponibilidade, é necessário aumentar a fiabilidade e/ou diminuir os tempos de reparação.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

O OEE teve origem no TPM e o seu criador, Seiichi Nakajima, desenvolveu-o, não só como forma de avaliar a capacidade de produção dos equipamentos, mas também como métrica de melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos (Nakajima, 1988).

Este indicador permite identificar as áreas onde devem incidir as ações de melhoria, para além de servir como elemento de *benchmark*, calculando as melhorias desenvolvidas nos equipamentos e linhas de produção ao longo do tempo (Jonsson & Lesshammar, 1999).

O cálculo do valor do OEE resulta, assim, da multiplicação de três fatores numéricos representativos:

- Da **disponibilidade** do equipamento para produzir;
- Da **eficiência** demonstrada durante a produção;
- Da **qualidade** do produto obtido.

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade$$

2.9 Eficiência e Qualidade na Manutenção

Na manutenção, a eficiência passa pela organização, distribuição das responsabilidades e, principalmente, pela utilização e domínio das ferramentas específicas disponíveis.

São inúmeros os fatores que influenciam a eficiência da manutenção, alguns deles exteriores ao serviço, como a organização da empresa e da produção, e outros da competência da manutenção, como a sua organização, competência e motivação do pessoal, disponibilidade dos materiais e peças de reserva e, ainda, meios oficinais de apoio (GIAGI, 2007).

Uma manutenção eficiente traduz-se em (GIAGI, 2007):

- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos e instalações;
- Prolongar a vida útil dos equipamentos;

- Melhorar qualitativa e quantitativamente a produção;
- Reduzir os custos de manutenção;
- Aprimorar as condições de segurança das instalações e das pessoas.

As componentes que integram a eficiência de um equipamento são evidenciadas na figura seguinte.



Figura 4 - Componentes da eficiência (GIAGI, 2007)

Refira-se que cada componente possui uma determinada fiabilidade que lhe é característica. Considerando um equipamento como um sistema formado por subsistemas que, por sua vez, é composto pelos respetivos componentes, é possível afirmar que a fiabilidade, a manutibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade do equipamento são influenciadas pelas características dos subsistemas e as destes pelas dos seus componentes (GIAGI, 2007).

Por outro lado, na linguagem corrente, o conceito de qualidade surge relacionado com aspetos subjetivos e não mensuráveis dos produtos/serviços.

Concetualmente, entende-se por qualidade a aptidão de um produto/serviço para a satisfação das necessidades dos utilizadores, podendo estas ser definidas pelo utilizador, através de contratos, encomendas ou normas, ou pelo produtor, através de *feedback* do mercado (Filipe, 2006).

A norma ISO 9000, responsável por definir princípios no domínio da qualidade, entende-a como sendo um “*grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas*”.

Por seu turno, Fey e Gogue (1989) definem qualidade como um conjunto de características medidas, comparáveis a um outro conjunto de atributos previstos na aceção do produto/serviço. Assim, a qualidade assume-se como uma grandeza multidimensional, onde se podem estabelecer inúmeros referenciais, no limite, um por cada utilizador.

Nos dias de hoje, é fundamental uma empresa seguir uma política de qualidade, assim como deter um certificado de qualidade, garante de que a organização tem implementado um sistema de gestão da qualidade, que cumpre os requisitos impostos pela norma, sendo capaz de demonstrar que está a respeitar o estipulado, através da realização de auditorias. As normas pelas quais se deve reger uma empresa fazem

parte da ISO 9001, sendo esta um conjunto de princípios genéricos que estabelecem os requisitos para os sistemas de gestão da qualidade, alcançando todas as organizações, independentemente do tipo, dimensão, produto ou serviço que facultam. Neste caso, tal como todos os outros, a manutenção é vista como um processo que detém uma entrada e uma saída. A entrada são os requisitos definidos pela empresa e a saída, as ações que procuram conduzir as máquinas a um funcionamento eficiente, ao melhor custo (D. Oliveira, 2013). Esta abordagem está esquematizada na Figura 5.

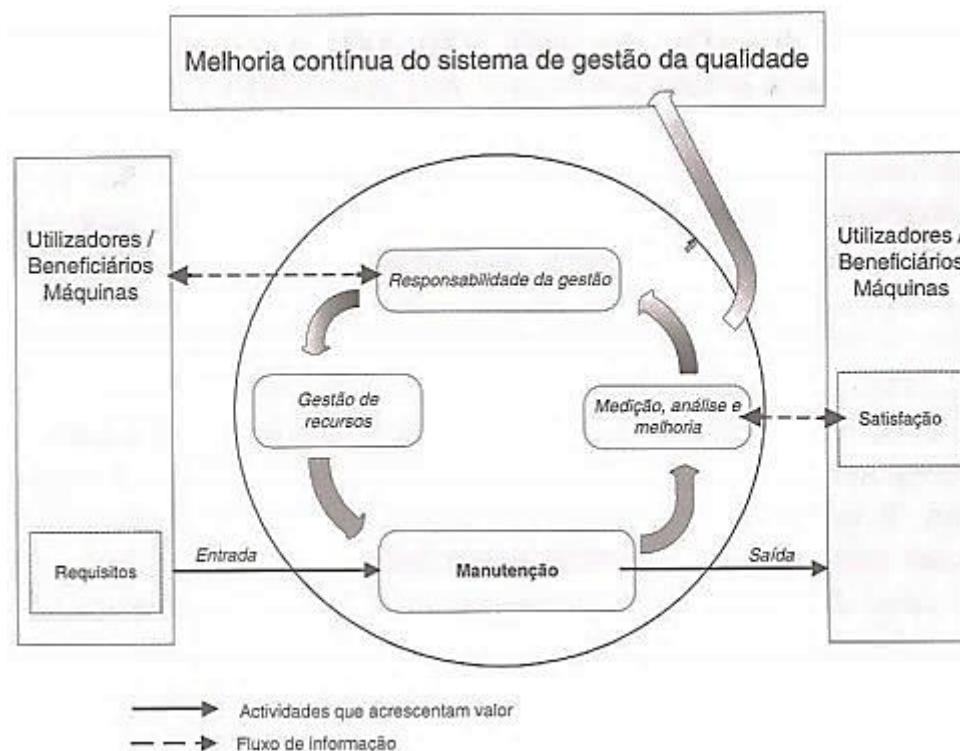


Figura 5 - Modelo de um sistema de gestão da qualidade (Cabral, 2006)

Um sistema de gestão da qualidade utiliza, por norma, documentação de apoio, que deve estar organizada e arrumada, permitindo uma utilização eficaz por parte dos responsáveis da manutenção. Os documentos essenciais ao sistema de gestão da qualidade são apresentados de seguida (Cabral, 2006):

- **Manual da Qualidade** - Documento que define as normas e seus requisitos, estabelecendo genericamente as regras da qualidade da empresa;
- **Instruções de trabalho** - Documentos que descrevem como e quando uma tarefa deve ser realizada e/ou registada quando exigido;
- **Documentação técnica** - Literatura técnica, retirada dos fabricantes ou mesmo concebida para o efeito, contendo especificações sobre os equipamentos e documentação da aquisição, manuais de operação, manutenção e listas de peças de reserva, desenho de instalações, legislações correspondentes, etc.;

- **Registos** - Documentos ou formulários que anotam eventos ou realizações relevantes, tais como fichas técnicas dos objetos de manutenção, planos de manutenção, histórico, modelos de ordens de trabalho e pedidos de manutenção.

A manutenção, ao pensar no sistema de gestão da qualidade, deve iniciar-se, desde logo, no momento da compra de um bem. Por norma, na aquisição de novos equipamentos ou instalações, é frequentemente descurada a forma como a manutenção irá ser efetuada e qual será o seu custo. O primeiro fator a ter em atenção é sempre o fim a que se destina a compra. Se houver o cuidado de ponderar determinados aspetos, na fase de projeto ou na fase de compra, podem ser reduzidos os custos de manutenção no futuro. Importa, pois, que a manutenção seja tida em conta na tomada de decisão da compra de um novo bem para, assim, poder ter uma palavra na análise da manutibilidade e fiabilidade do mesmo (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999).

A gestão da qualidade assenta, assim, na conciliação de dois princípios fundamentais, designadamente a satisfação do cliente e a rentabilidade da empresa, ambos comuns à função manutenção. Na Figura 6 estão esquematizados os fatores e áreas da qualidade em manutenção (GIAGI, 2007).

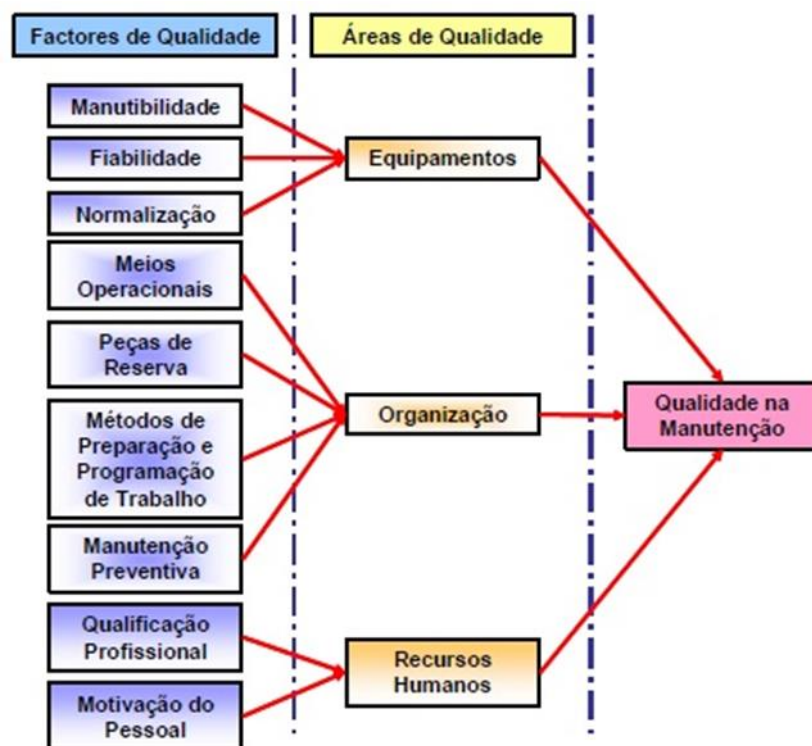


Figura 6 - Fatores e áreas da Qualidade (GIAGI, 2007)

Em suma, valorizando o papel da qualidade e recorrendo a uma boa manutenção, certos aspetos serão indiretamente otimizados trazendo ainda mais benefícios à empresa (Cabral, 2006).

2.10 Gestão de Stocks em Manutenção

Durante as intervenções de manutenção, quer sejam planeadas ou não, a necessidade de substituir diversos componentes é uma realidade incontornável.

O sucesso de um programa de manutenção está, muitas vezes, dependente da existência em *stock* de peças de reserva e materiais. Todavia, o problema agudiza-se aquando de uma paragem accidental, logo não prevista, onde a indisponibilidade de um determinado elemento sobressalente pode acarretar elevadas perdas, em matéria de produção (GIAGI, 2007).

De acordo com a NP EN 13306:2010, a gestão da manutenção concerne a todas as ações de gestão que definem os objetivos, a estratégia e as responsabilidades inerentes à manutenção implementando-os por diversos meios, designadamente o planeamento, o controlo e monitorização da manutenção, o melhoramento de métodos organizacionais e, ainda, os aspetos económicos (IPQ, 2010).

Efetivamente, a gestão da manutenção consiste num conjunto de atividades integradas, que devem ser encaradas como um todo, sendo impossível desagregá-las. Na manutenção, deve haver uma correlação estreita entre dois tipos de gestão – a dos trabalhos e a das peças e materiais – e, para que a manutenção possa ter êxito, importa garantir uma boa retaguarda de gestão de *stocks* (GIAGI, 2007). O sistema de gestão de stocks a implementar deve permitir providenciar o nível de serviço acordado e a disponibilidade, ao mais baixo custo, considerando ainda os custos de rutura e os de excesso de inventário (Oliveira, 2014).

Para Cabral (2006), o montante investido em *stocks* na manutenção, para algumas empresas, pode representar valores próximos dos 50% dos custos diretos de manutenção, pelo que, na perspetiva de Pinto (2013), justifica particular atenção na sua gestão, uma vez que se trata de um valor bastante considerável.

A gestão de *stocks* em manutenção representa uma atividade complexa que exige técnicas e abordagens diversificadas (Pinto, 2013). Esta é definida com uma área de administração de empresas, atendendo ao facto de interferir diretamente nos resultados empresariais, quer comerciais, quer financeiros. O objetivo desta modalidade de gestão implica a determinação de três fatores (Carvalho, 2014):

- Quantidade a encomendar;
- Data da encomenda;
- Quantidade de *stock* de segurança necessário, de modo a garantir um nível de serviço satisfatório ao cliente.

Neste particular, importa sublinhar que uma eficiente gestão de stocks proporciona, por um lado, a melhoria nos níveis de *stock* e, por outro, um aumento do rendimento e consequente retorno sobre o investimento de uma empresa (Gonçalves, 2014). Porém, o segredo dessa gestão eficaz traduz-se na determinação do ponto de equilíbrio entre

o capital investido em *stock* e a qualidade do serviço prestado ao cliente (Oliveira, 2014).

Recorrentemente, quando se pretende efetuar uma eficiente gestão de *stocks*, é utilizada a análise ABC – curva de Pareto – (Figura 7) como ferramenta aplicada às existências (GIAGI, 2007).

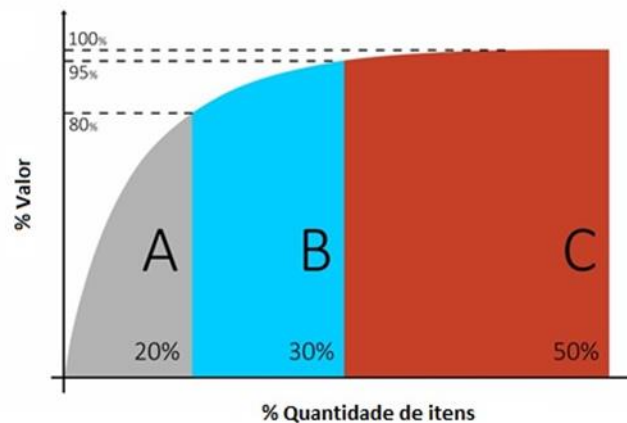


Figura 7 - Curva ABC de Pareto (Adaptado: <http://tanis.com.br/blog/>)

A referida análise surgiu como resultado de um estudo levado a cabo por Joseph Moses Juran, relevante consultor na área da qualidade, que criou a regra 80/20, igualmente conhecida por regra de Pareto, identificando que 80% dos problemas seriam provenientes de 20% das causas (Bunkley, 2008).

Para além de bastante utilizada na gestão de *stocks*, a análise ABC é também uma ferramenta importante na definição das políticas de vendas e numa série de questões que ocorrem numa organização, sejam elas do foro industrial, comercial ou no âmbito da prestação de serviços. Esta análise consiste na diferenciação em três classes dos artigos existentes em *stock*, tendo em conta o valor anual das encomendas ou do consumo (Sinfic, 2011).

Em última instância, o objetivo da análise ABC visa caracterizar os produtos em *stock* e, ao mesmo tempo, conhecer os seus comportamentos ao longo de determinado período.

2.11 Análise dos Custos de Manutenção

Os meios financeiros da manutenção devem ser objeto de controlo rigoroso. Ainda que o objetivo do serviço de manutenção não seja o de determinar e analisar os custos, importa que haja a sensibilidade suficiente para se compreender o decurso das atividades para ser possível otimizar os custos de manutenção (Sousa, 2011).

Relativamente aos custos de manutenção, estes podem ser calculados com maior ou menor complexidade. No entanto, para cada equipamento, há que reter sobretudo os

dados que relacionam o tipo de manutenção efetuada e o encargo financeiro que esta representa para a empresa. Além disso, deve ser ainda conhecido o custo de não produção relativo a eventuais paragens de um equipamento. A importância do apuramento deste custo traduz-se na possibilidade de determinar, para cada equipamento, a relação ideal de manutenção preventiva e corretiva visando reduzir os custos de avaria (Sousa, 2011).

Segundo Cabral (2006), os custos reais da manutenção, ou seja, aqueles que exprimem verdadeiramente o desempenho da função e, geralmente, não possuem grande rigor contabilístico, vão para além dos custos diretos, facilmente quantificáveis. Assim sendo, por forma a expressar corretamente o desempenho da manutenção, importa somar aos custos diretos, os indiretos, nem sempre fáceis de determinar, uma vez que resultam da realização ou não da manutenção.

Tal como ilustra a Figura 8, os custos gerados pela manutenção (mão-de-obra, materiais e serviços) representam simplesmente a ponta visível do iceberg, pois ocultam a sua maior dimensão, ou seja, os custos provenientes da perda de produção, da fraca qualidade, da quebra de rendimento e das melhorias, entre outros (Mirshawka & Olmedo, 1993). Registe-se que estes custos não visíveis se encontram associados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos sendo resultantes de uma falta de manutenção apropriada.



Figura 8 - Iceberg de custos (Cabral, 2006)

Convém sublinhar que os custos diretos e indiretos da manutenção não revelam a totalidade dos valores monetários nela envolvidos. Importa, igualmente, ter em conta os proveitos da própria manutenção, ou seja, o que resulta da sua atividade, através da prestação de serviços a terceiros ou a outros departamentos que integram a própria estrutura empresarial. Além do mais, há que contemplar os benefícios resultantes de melhorias efetuadas a bens, capazes de aumentar a produção, aumentar a rentabilidade e trazer mais valias à empresa (Oliveira, 2013). No diagrama seguinte, é possível representar os resultados económicos da manutenção.



Figura 9 - Diagrama dos resultados económicos da manutenção (Oliveira, 2013)

Atente-se, agora, à síntese dos principais custos de manutenção e sua composição, ilustrados na Figura 10.

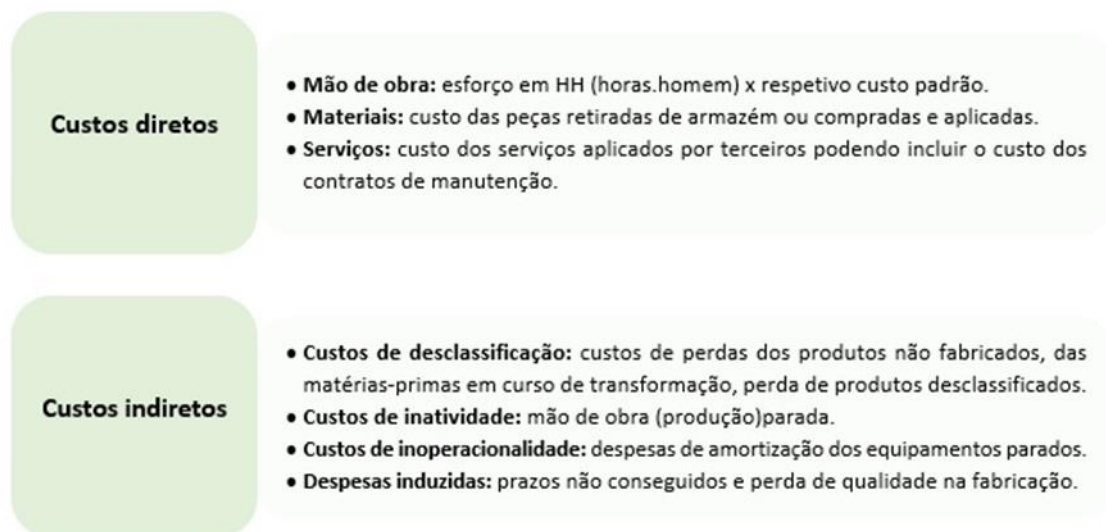


Figura 10 - Custos diretos e indiretos de manutenção (adaptado de Cabral, 2006)

Chiu & Huang (1996) apresentaram um modelo matemático que permite estudar a relação entre o custo de manutenção e o custo de indisponibilidade, salientando uma melhor relação custo benefício quando a manutenção é efetuada preventivamente, ao contrário de situações de descontrolo do processo produtivo resultantes da falta de manutenção.

Um dos compromissos que o departamento de manutenção deve assumir assenta na determinação de um ponto ótimo de manutenção que possibilite a minimização dos seus custos, ponto este conseguido através do equilíbrio entre o custo da manutenção preventiva e os custos provenientes das avarias (Mirshawka & Olmedo, 1993), conforme se pode constatar na seguinte figura.



Figura 11 - Ponto ótimo de custos (Mirshawka & Olmedo, 1993)

Por último, acresce referir que a insuficiência ou ausência de manutenção preventiva terá como consequência um aumento de falhas nos equipamentos gerando, por conseguinte, um incremento dos custos resultantes dessas mesmas falhas. Todavia, para Mirshawka & Olmedo (1993), o investimento em manutenção preventiva, para lá do ponto ótimo, terá igualmente uma interferência negativa no custo total de manutenção. Neste particular, importa planejar uma solução global de manutenção que agregue, quer a de carácter preventivo (programada), quer a manutenção corretiva (não programada).

2.12 Outsourcing vs. Insourcing

Com origem no início da década de 60, o *outsourcing* surge particularmente quando as organizações começaram a contratar as suas necessidades de processamento de dados a empresas externas, devido à especificidade das tecnologias de informação e ao seu elevado custo de investimento (Canuto, 2009).

O conceito de *outsourcing* constitui uma ferramenta de gestão que contribui para refletir e redefinir as organizações e o modo como são geridos os processos produtivos nas empresas procurando fundamentalmente criar vantagem competitiva. Na realidade, este conceito vem substituir os modelos tradicionais de organização empresarial (Ramada, 2008).

Independentemente do setor em que uma determinada empresa se insere, os ativos que a integram distribuem-se, ora pelo segmento *core business*, ora pelo *non core business*. Enquanto que os ativos do primeiro segmento são determinantes para o desempenho da atividade empresarial e exclusivos do segmento *core*, os outros, embora não tão relevantes, acabam por ter particular utilidade para a empresa, uma vez que constituem o *core business* de outras empresas e, provavelmente, permitem uma utilização mais rentável dos ativos, criar valor, vantagens competitivas, economias de escala e de gama e uma utilização mais eficaz de todos os recursos utilizados (Ramada, 2008).

Neste particular, assumindo-se como um método de gestão empresarial, o *outsourcing* possibilita a criação de vantagens competitivas, ora reduzindo custos e libertando as

empresas para as atividades *core*, ora, permitindo, pelo lado das receitas, a especialização em produtos e/ou prestações de serviços que criam valor acrescentado e proporcionam *cash-flow* superior por unidade investida (Ramada, 2008).

Enquanto método de redefinição das atividades, criação de valor e incremento da eficiência dos recursos utilizados no seio de uma organização empresarial, o *outsourcing* pode subdividir-se em três grandes áreas, designadamente a de apoio à tomada de decisões empresariais, a relativa à tomada de decisões que envolvem os processos produtivos utilizados e a que concerne à obtenção de resultados, sejam eles internos e com menores custos unitários, sejam eles externos e registem maiores resultados, entenda-se lucros (Ramada, 2008).

Por seu turno, o conceito de *insourcing* está, antes de mais, associado ao *core competencies* que representam os pontos fortes e os conhecimentos que permitem a uma empresa ser mais competitiva (Canuto, 2009).

Tais competências, valorizam o conhecimento e a vantagem competitiva de uma organização, no médio e longo prazo, dependendo da sua capacidade de produzir com a qualidade requerida a um custo mais baixo e de um modo mais célere que a concorrência. Estas competências nucleares permitem uma constante inovação, bem como a aplicação da capacidade desenvolvida por uma empresa no seu produto/serviço e na sua competência tecnológica que compreende os diferentes pontos específicos da cadeia de valor (Canuto, 2009).

O conceito de *insourcing*, em oposição ao de *outsourcing*, pode assumir dois significados. Por um lado, caracteriza-se pela retenção de serviços no seio da empresa, através da criação ou da manutenção de um ou mais departamentos com efetivos humanos próprios a *full-time*. Por outro, pode também significar o estabelecimento de uma unidade semi-independente que presta serviços aos restantes departamentos dentro da empresa, cujos preços e condições contratuais são acordados entre os requisitantes e a unidade prestadora do serviço. No caso concreto da atividade da manutenção industrial, podem existir diferentes fatores que justifiquem a opção do *insourcing* dos serviços de manutenção, como é o caso da razão entre a importância na cadeia de valor (*know-how*, por exemplo) e o custo dos serviços (Canuto, 2009).

Por último, importa salientar que o *insourcing* exige, normalmente, uma estrutura mais ou menos rígida onde se enquadram o *staff* e os executantes de cada um dos serviços prestadores de manutenção (Canuto, 2009).

2.13 A Metodologia AHP

2.13.1 Método Multicritério de Análise de Decisão

Ao longo da sua existência, o Homem vê-se confrontado a lidar com múltiplas situações, perante as quais é desafiado a proceder a opções e a tomar decisões, vastas vezes centradas no sentimento, na intuição, na subjetividade e na experiência. No

entanto, se enquadrado num ambiente complexo, o processo de decisão torna-se difícil, porquanto pode compreender dados imprecisos ou incompletos, critérios vários e alternativas diversificadas (Barros, Marins, & Souza, 2009).

Segundo os mesmos autores, qualquer tomada de decisão deve apontar para uma opção que traduza superior desempenho e avaliação ou o melhor acordo entre aquilo que é expectável para o decisor, tendo em conta a relação entre os elementos. Por conseguinte, poder-se-á definir a tomada de decisão como um método de análise e seleção entre várias alternativas disponíveis.

Nas últimas décadas, o incremento do número de informações e a necessidade de as incluir no processo decisório levou ao aparecimento de novos métodos visando alcançar maior assertividade nas tomadas de decisão. Neste sentido, métodos multicritérios de tomada de decisão surgiram como eficazes ferramentas matemáticas para resolução de problemas onde subsistem critérios de conflito (Briozzo & Musetti, 2015).

O Método Multicritério de Análise de Decisão (MCDM - *Multiple-Criteria Decision-Making*) permite a abordagem de problemas que apresentam complexidade e, ao mesmo tempo, confere a necessária clareza que os métodos intuitivos não possibilitam, ao estabelecer uma regra no processo de tomada de decisão, através de modelação matemática, permitindo a resolução de problemas, por parte do decisor, sempre que haja objetivos a alcançar de modo simultâneo (Barros et al., 2009).

O Processo de Análise Hierárquica (AHP - *Analytic Hierarchy Process*) é uma das metodologias mais conhecidas no âmbito do MCDM, pelo facto de se afirmar como sendo bastante intuitivo e de fácil execução, ao invés de outros métodos que apresentam uma base matemática sólida, ainda que extremamente complexos e ao alcance de cientistas e analistas de decisão qualificados (Barros et al., 2009).

2.13.2 AHP – Conceito

O método multicritério AHP surgiu no início da década de 70 e foi desenvolvido pelo matemático Thomas Saaty, quando trabalhava no Departamento de defesa do Estado Americano (Briozzo & Musetti, 2015), consolidando o seu método, em 1981, com a publicação do livro *“Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation”* (Jordão & Pereira, 2006).

A motivação de Saaty para o desenvolvimento da técnica AHP teve origem na observação das dificuldades de comunicação, entre os membros do governo americano, detetando a existência de uma falha relacionada com a ausência de qualquer tipo de abordagem sistemática, de carácter prático, para a determinação de prioridades em matéria de tomada de decisão (Santos, 2008).

A utilidade desta metodologia tornou-se, ao longo do tempo, cada vez mais significativa, porquanto possibilita a combinação de duas abordagens, a objetividade e lógica da matemática com a subjetividade e instintividade da psicologia, ou seja,

permite delinear um problema que compreende dados quantitativos e aspetos subjetivos envolvendo, simultaneamente, o grau de certeza/incerteza envolvido na questão (Santos, 2008).

O referido método disponibiliza um quadro racional de estruturação de um problema de tomada de decisão permitindo a representação e quantificação dos elementos que o constituem, por forma a relacioná-los com objetivos gerais e avaliar soluções de carácter alternativo. Sendo, ao mesmo tempo, uma ferramenta eficaz para fazer face a decisões complexas, a metodologia AHP contribui para a definição de prioridades e para a tomada da decisão mais adequada às necessidades e compreensão do problema, de entre as alternativas viáveis (Costa, 2012).

Entendida como uma abordagem sistemática, esta técnica foi desenvolvida para proporcionar à tomada de decisão, baseada na experiência, intuição e heurística, a estrutura de uma metodologia bem definida e assente em princípios matemáticos. Além disso, fornece uma abordagem formalizada para a criação de soluções inerentes aos problemas de tomada de decisão, onde a fundamentação económica de tempo investido nesse processo se traduz nas soluções de melhor qualidade dos problemas complexos apresentados (Bhushan & Rai, 2004).

2.13.3 Implementação do Método AHP

A metodologia AHP permite decompor um determinado problema numa hierarquia de subproblemas, para que estes possam ser entendidos de um modo mais simples e subjetivamente avaliados. Por sua vez, as apreciações subjetivas (dados, experiências, perceções e intuições) são convertidas em valores numéricos que são, posteriormente, processados para classificar cada uma das alternativas numa escala numérica (Bhushan & Rai, 2004).

O método AHP fundamenta-se em três princípios que resumem as diversas etapas presentes na construção do modelo multicritério (Santos, 2008).

1º Princípio - Construção de Hierarquias

Segundo Saaty uma hierarquia *“é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total”*. Por conseguinte, através da estruturação de um problema em níveis hierárquicos, é possível conseguir uma melhor compreensão e avaliação do impacto produzido pelo referido problema. A estrutura geral de uma hierarquia é constituída pelo objetivo global, pelo conjunto de critérios e subcritérios (condições para avaliação das alternativas) e, ainda, pelo rol de alternativas exequíveis que representam a possibilidade de decisão (Santos, 2008).

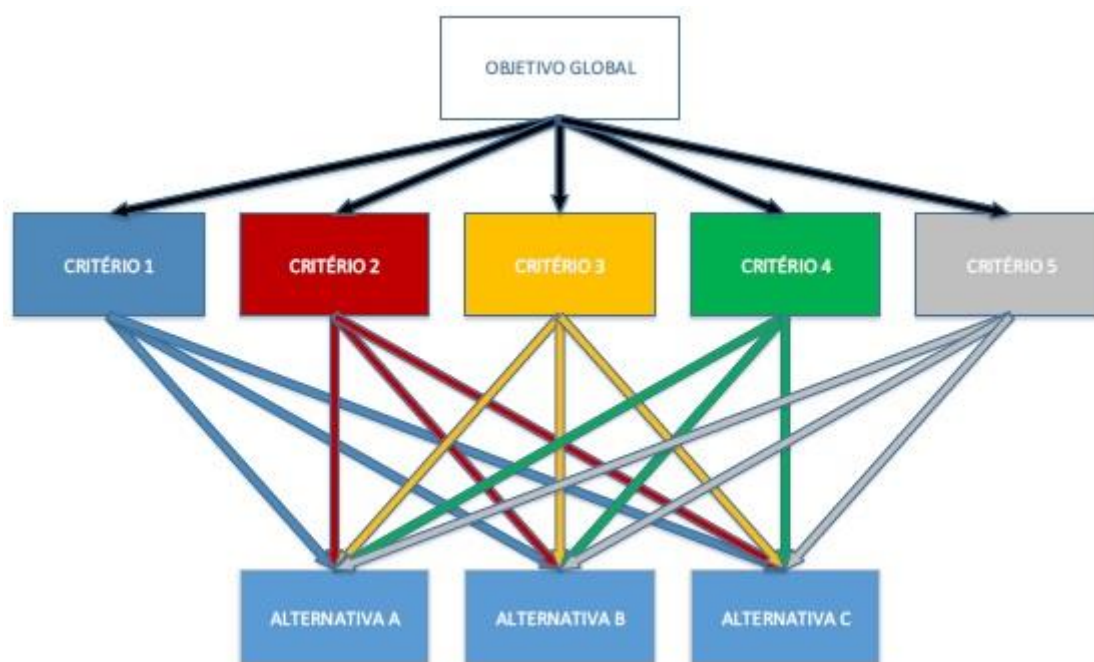


Figura 12 - Estrutura Hierárquica genérica de problemas de decisão (Adaptado: Santos, 2008)

2º Princípio - Definição de Prioridades e Comparações par-a-par

Este princípio baseia-se na competência do decisor entender a relação existente entre objetos e situações observadas recorrendo, para o efeito, a comparações par-a-par de um determinado critério.

Através de respostas a perguntas do tipo “qual a importância do critério X em relação ao critério Y?”, obtém-se mais facilmente a prioridade das alternativas. Conhecido por comparação par-a-par (*pairwise comparison*), este processo tem como objetivo calcular a escala em que os elementos de cada nível da hierarquia são mensurados. As comparações par-a-par, expressas em termos linguísticos, são convertidas em valores numéricos, de acordo com a Escala Fundamental de Saaty para comparação de critérios. Aquando da quantificação de comparações, recorrendo a uma escala de valores, que varia de “1” a “9”, torna-se possível medir o grau de importância do elemento de um determinado nível relativamente aos elementos de um nível inferior (Santos, 2008).

Tabela 1 - Níveis de importância de comparações binárias (Adaptado: Briozo & Musetti, 2015)

Nível de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fraca importância	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra

5	Forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito forte	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermédios	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Efetuada a comparação entre pares de critérios e subcritérios, segue-se a elaboração de um conjunto de matrizes quadradas, onde o número, na linha i e na coluna j , determina a importância do critério C_i em relação a C_j , como ilustra a matriz de preferências designada por A:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1j} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2j} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \cdots & a_{3j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & 1 & \cdots \\ 1/a_{1j} & 1/a_{2j} & 1/a_{3j} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Consequentemente, o valor a_{ij} representa a importância relativa do critério da linha i (C_i) face ao critério da coluna j (C_j), sendo α o valor da intensidade de importância. Tendo em conta a reciprocidade desta matriz, apenas a metade triangular inferior necessita de ser avaliada, porquanto a restante metade deriva desta e a diagonal principal assume sempre valores iguais a 1, sendo que as mesmas regras se aplicam a cada elemento a_{ij} da matriz (Santos, 2008).

- Se $a_{ij} = \alpha$, então $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.
- Se C_i é julgado como de igual importância relativa a C_j , então $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$ e $a_{ii} = 1$, para todo i .

Posteriormente, procede-se à comparação par-a-par de cada alternativa, dentro de cada critério do nível imediatamente superior. Neste caso, o método AHP utiliza a matriz de decisão "A" para calcular resultados parciais do conjunto "A", dentro de cada critério $v_i(A_j)$, $j = 1, \dots, n$, denominado peso relativo da alternativa j face à alternativa i ou, igualmente, vetor de prioridades. Tais resultados representam valores numéricos das atribuições verbais enunciadas pelo decisor para cada comparação de

alternativas (Santos, 2008) sendo, depois, normalizados os resultados, através da seguinte expressão:

$$\sum_{i=1}^n v_i (A_j) = 1$$

onde n corresponde ao número de alternativas ou elementos comparados, tendo em conta que cada uma das partes desse somatório consiste na expressão seguinte:

$$v_i (A_i) = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Logo, o vetor de prioridades da alternativa i em relação ao critério C_k deva ser:

$$v_k (A_j) = \frac{\sum_{i=1}^n v_i (A_j)}{n}$$

Após a obtenção do vetor de prioridades sob cada critério C_k , prossegue-se com o nível dos critérios. Neste particular, adota-se uma vez mais a escala verbal para a classificação par-a-par dos critérios, normalizados pela fórmula:

$$w_i (C_j) = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^m C_{ij}}, j = 1, \dots, m$$

onde m corresponde ao número de critérios do mesmo nível calculando-se, assim, o vetor de prioridades:

$$w (C_i) = \frac{\sum_{i=1}^m w_i (C_j)}{m}, i = 1, \dots, m$$

Recorrendo a um processo de agregação, resultarão daí os valores finais das alternativas que, por sua vez, serão ordenadas através da seguinte função aditiva:

$$f (A_j) = \sum_{i=1}^m w (C_i) \times v_i (A_j), j = 1, \dots, m$$

Deste modo, será possível obter a ordenação global por intermédio de uma função global de valor.

3º Princípio - Consistência Lógica

A base do método AHP assenta na comparação de critérios, logo é suposto que ocorram avaliações com alguma incongruência em determinadas situações. Neste sentido, procurando colmatar tais incoerências, Saaty propõe que se adotem alguns procedimentos que permitam avaliar a consistência das comparações, tais como (Santos, 2008):

O cálculo do Índice de Consistência (IC), que avalia o grau de inconsistência da matriz de preferências, através da seguinte equação:

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

sendo n a ordem da matriz e $\lambda_{m\acute{a}x}$ o maior autovalor da matriz de preferências.

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_i \cdot \frac{Aw_i}{w_i}$$

O cálculo da Razão de Consistência (RC), que permite avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de preferências, traduz-se na equação seguinte:

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

onde IC é o Índice de Consistência e IR o Índice Aleatório (do inglês, *Random Index*).

O IR corresponde ao índice de consistência obtido para uma matriz aleatória recíproca, contendo elementos não negativos para várias ordens de matriz n , sendo estimados por Saaty com base num grande número de simulações, como demonstra a tabela seguinte:

Tabela 2 - Índices Aleatórios (IR) (Santos, 2008)

Ordem da Matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Saaty considera que um valor de $RC < 0,10$ é aceitável; sempre que RC esteja compreendido entre 0,10 e 0,20, os valores são considerados toleráveis; para valores de $RC > 0,20$, sugere-se uma revisão na matriz de comparações. Se, eventualmente, o valor de RC for 0, então estamos perante respostas consistentes.

Esta medida de consistência permite avaliar, quer o grau de coerência do decisor, quer o de toda a hierarquia.

A Figura 13 ajuda a clarificar, através de um fluxograma, as etapas que caracterizam o funcionamento do método AHP.

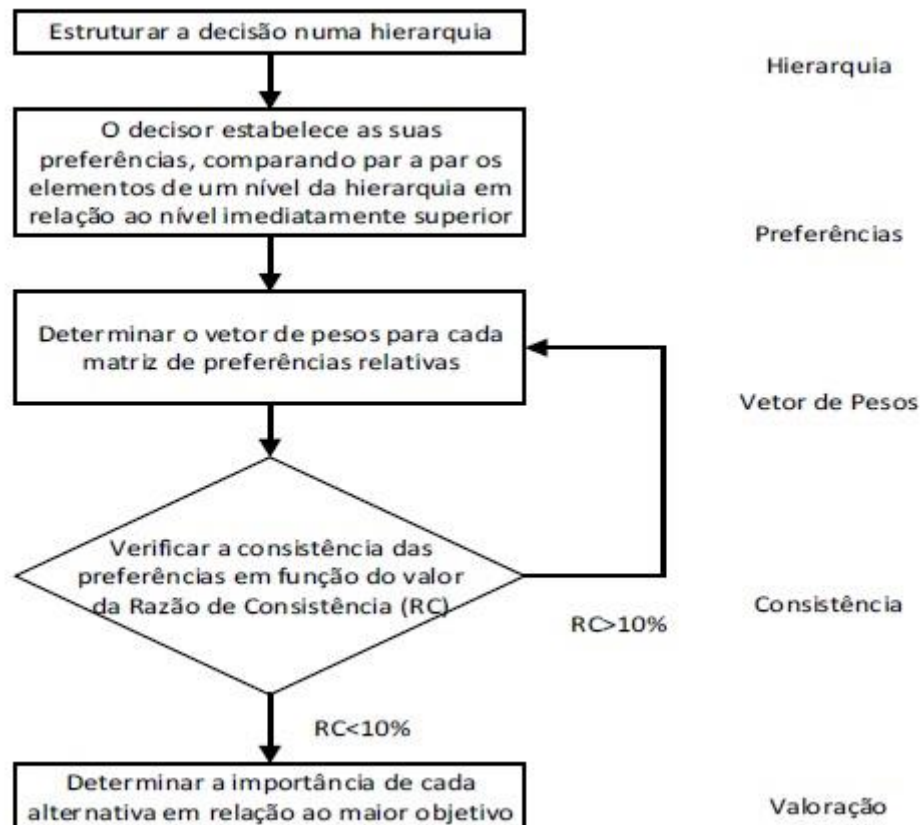


Figura 13 - Fluxograma geral do método AHP (Vilas Boas, 2006)

2.13.4 Aplicações do AHP

Nos últimos 20 anos, a metodologia AHP tem sido amplamente utilizada em quase todas as aplicações relacionadas com a tomada de decisão multicritério. A sua simplicidade, facilidade de utilização e grande flexibilidade favorecem largamente a aplicabilidade deste método. Esta ferramenta pode ser utilizada a par de outras técnicas, como por exemplo, a programação matemática, de modo a integrar, não apenas fatores qualitativos e quantitativos, mas também algumas limitações de recursos do mundo real (Ho, 2008).

A aplicabilidade do método AHP é extensível a diferentes áreas, tais como (Jordão & Pereira, 2006):

- Economia/Problemas administrativos
 - Design;
 - Arquitetura;
 - Finanças;
 - Marketing;
 - Benchmarking;

- Alocação de recursos;
 - Análise de Investimentos.
- Questões Políticas
 - Resolução de Conflitos e Negociações;
 - Jogos de Guerra.
- Problemas Sociais
 - Educação;
 - Medicina;
 - Direito;
 - Setor Público;
 - Contratação e Avaliação de Desempenho de Profissionais.
- Problemas Tecnológicos
 - Seleção de Mercado;
 - Tecnologia de Transferência;
 - Seleção de Fornecedores;
 - Satisfação do Cliente;
 - Qualidade Total.

2.13.5 Benefícios e Limitações do AHP

Apesar do seu vasto e crescente espectro de aplicações, o AHP evidencia alguns problemas e limitações que devem ser equacionados. Vilas Boas (2006) considera que a mais-valia do método AHP reside, por um lado, no facto de requerer que os elementos decisores efetuem exclusivamente comparações entre pares de alternativas e, por outro, na capacidade que esta metodologia apresenta para calcular o grau de inconsistência existente nas comparações par-a-par. Deste modo, assegura-se que as deliberações tidas como base em avaliações e em tomadas de decisão, ainda que não estando inteiramente livres de subjetividades e incoerências, acabam por ser mais concretas e concisas.

Algumas das limitações desta metodologia, na perspetiva de Vilas Boas (2006), resultam de várias opiniões, manifestadas por peritos em métodos multicritérios de análise de decisão (MCDM), reveladoras da existência de dúvidas e de algumas críticas relativas ao funcionamento do método AHP.

Procurando consolidar os benefícios e as limitações do referido método, convém aqui salientar os seus mais relevantes aspetos positivos e negativos. Dos primeiros, destacam-se os seguintes (Vilas Boas, 2006):

- Preferência dada aos sistemas estruturados hierarquicamente em relação aos construídos de uma forma geral, cuja organização por categorias está ausente;
- Alterações pontuais numa hierarquia bem estruturada registam efeitos pouco significativos, devido à sua estabilidade e adaptabilidade;
- Capacidade de lidar com problemas que envolvam variáveis quantitativas e qualitativas;
- Exigência na participação ativa do elemento decisor, ao longo do processo de estruturação e avaliação do problema, contribuindo para tornar mais exequíveis os resultados propostos;
- Possibilidade conferida pela estrutura hierárquica de um problema aos elementos decisores para que tenham capacidade de ordenar e comparar uma lista mais restrita de itens dentro dos seus próprios contextos;
- Síntese dos resultados, a partir de uma lista ordenada, permitindo comparar prioridades e avaliar a importância relativa de cada fator;
- Capacidade de fornecer pesos numéricos para opções, cujas comparações subjetivas de alternativas quantitativas ou qualitativas constituam uma parte relevante do processo de decisão.

De entre os aspetos negativos do método, importa salientar os seguintes (Vilas Boas, 2006):

- Exigência de um procedimento para organizar o questionário de perguntas e preferências;
- Significativo número de comparações e alternativas aumenta o desempenho computacional e a dificuldade de manter a credibilidade nas decisões;
- Possível inconsistência da escala de preferências de “1” a “9”, a nível interno;
- Ausência de fundamento teórico entre a ligação que compreende os pontos na escala “1” a “9” e as descrições verbais correspondentes;
- Eventual alteração do posicionamento relativo de algumas das escolhas iniciais, por força da introdução de novas opções;
- Quantidade de comparações requeridas pode ser bastante elevada;
- Dependência das prioridades face ao método utilizado para as derivar;
- Impedimento de alternativas incomparáveis;

- Perante situações idênticas de decisão, os elementos que deliberam têm a possibilidade de derivar hierarquias distintas e obter diferentes soluções, devido à inexistência de uma base teórica para a formação das hierarquias;
- Existência de falhas nos métodos para agregar os pesos individuais dentro dos pesos compostos;
- Ausência de fundamento da teoria estatística.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Caraterização da Empresa Solinca Health & Fitness
- 3.2 Descrição das Necessidades de Manutenção
- 3.3 Modelo Estratégico Atual
- 3.4 Propostas de Novos Modelos Estratégicos
- 3.5 Seleção do Modelo Estratégico
- 3.6 Softwares de Gestão de Manutenção para aplicação do Modelo Estratégico

3 DESENVOLVIMENTO

No capítulo anterior foram descritas as ideias e instrumentos teóricos fundamentais ao desenvolvimento do presente trabalho. Este capítulo é dedicado à apresentação dos resultados da aplicação dessas ideias e instrumentos no alcance dos objetivos pré-estabelecidos, que se circunscrevem ao modelo de gestão de manutenção consistente e coerente com as estratégias do grupo Solinca Health & Fitness, à metodologia proposta para a implementação do modelo de gestão selecionado e a uma breve referência a um conjunto de *softwares* de gestão da manutenção disponíveis no mercado.

3.1 Caraterização da Empresa Solinca Health & Fitness

Solinca Health & Fitness é uma cadeia de ginásios que existe no nosso país desde 1995 fazendo parte integrante da empresa SONAE, cujo objetivo é, por um lado, o de garantir a saúde e pleno bem-estar dos seus utentes contribuindo para que estes obtenham a forma física desejada, recorrendo a uma política de preços adequada a todo o tipo de clientes e, por outro, liderar o mercado, em matéria de prestação de serviços de atividade física e bem-estar, assegurando a sustentabilidade do negócio e a rentabilidade para o acionista.

Os vários clubes Solinca dispõem de espaços modernos, amplos e agradáveis, equipamentos de vanguarda e um conjunto de profissionais de elevada experiência e qualidade.

O conceito Solinca Health & Fitness conta atualmente com vinte clubes espalhados pelo país, conforme ilustra o organograma da página seguinte, tendo a primeira unidade sido inaugurada, em 1995, no Hotel Porto Palácio. Com uma expansão digna de registo, esta cadeia empresarial abre um segundo espaço no Centro Comercial Colombo (1997) ampliando a sua rede com duas outras unidades (2001): uma em Lisboa (Centro Comercial Vasco da Gama) e outra em Braga. Dois anos volvidos nasce o Solinca de Oeiras, seguido do de Viana do Castelo (2004). O incremento desta instituição não cessa e, em 2006, dois novos clubes são inaugurados: um em Matosinhos (Centro Comercial NorteShopping) e outro – o de maior dimensão à escala nacional – no Porto (Estádio do Dragão). Desde então, novas portas são abertas até aos dias de hoje, designadamente as unidades Solinca de Gaia (2011), Vila do Conde (2013), Alfragide (2015), Guimarães, Maia, Foz, Laranjeiras e Ermesinde (2016), Rio Tinto, Constituição e Lumiar (2017) e, mais recentemente, Loures (2018).

Aguardando inauguração durante o ano em curso, dois outros clubes passarão a integrar esta cadeia de ginásios, concretamente o de Santa Iria (Lisboa) e o de Matosinhos.

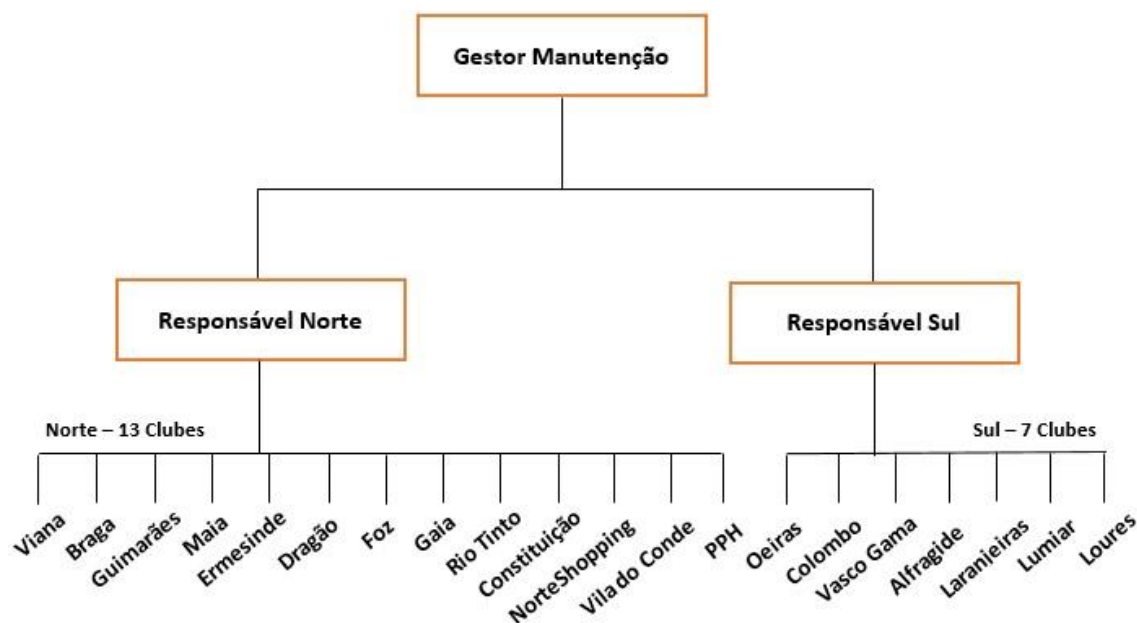


Figura 14 - Organograma da empresa Solinca

No sentido de atender à disponibilidade dos seus associados, a generalidade dos clubes Solinca dispõe de um horário semanal alargado: de segunda a sexta-feira, das sete às vinte e três horas; ao sábado, das nove às vinte horas; ao domingo e feriados, das nove às dezoito horas.

3.2 Descrição das Necessidades de Manutenção

Atendendo à dimensão do Solinca Health & Fitness (13 clubes na zona Norte e 7 na zona Sul), torna-se necessário proceder a diversas ações de manutenção, indispensáveis à criação de condições, que permitam um bom funcionamento da cadeia de ginásios.

Para o efeito, em matéria de necessidades, importa levar a cabo três tarefas fundamentais: a manutenção preventiva e corretiva, o controlo e qualidade das águas e a manutenção dos equipamentos de ginásio. A primeira, engloba a manutenção AVAC, o controlo e execução de manutenção de todos os sistemas elétricos e mecânicos das instalações, a manutenção das piscinas (controlo diário dos níveis de PH, cloro e de temperatura, desinfeção e limpeza de filtros) e manutenções corretivas e outras; a segunda, visa monitorizar semanalmente os parâmetros microbiológicos e químicos das águas; a terceira, procura assegurar que os equipamentos e máquinas são mantidos conforme os níveis de qualidade estabelecidos, recorrendo a ações de manutenção de carácter preventivo e corretivo.

3.3 Modelo Estratégico Atual

3.3.1 Descrição do Modelo

No modelo estratégico de manutenção implementado atualmente pelo Solinca, as ações de manutenção, preventiva e corretiva, das instalações estão a cargo de uma empresa subcontratada (UPK) sendo realizadas por técnicos especializados de manutenção. O controlo e qualidade das águas é efetuado, a norte, por um técnico de manutenção UPK, não se verificando o mesmo a sul, atendendo à existência de um número mais reduzido de clubes nesta zona do país sendo, por conseguinte, esta ação realizada pelo responsável sul. Sempre que se justifique, a reparação/manutenção de equipamentos de ginásio é executada pela empresa fornecedora dos mesmos, enquanto que a reparação de outro tipo de equipamentos fica a cargo de empresas subcontratadas.

Na proposta atual, as ações de manutenção são implementadas pelos recursos apresentados no organograma da Figura 15.

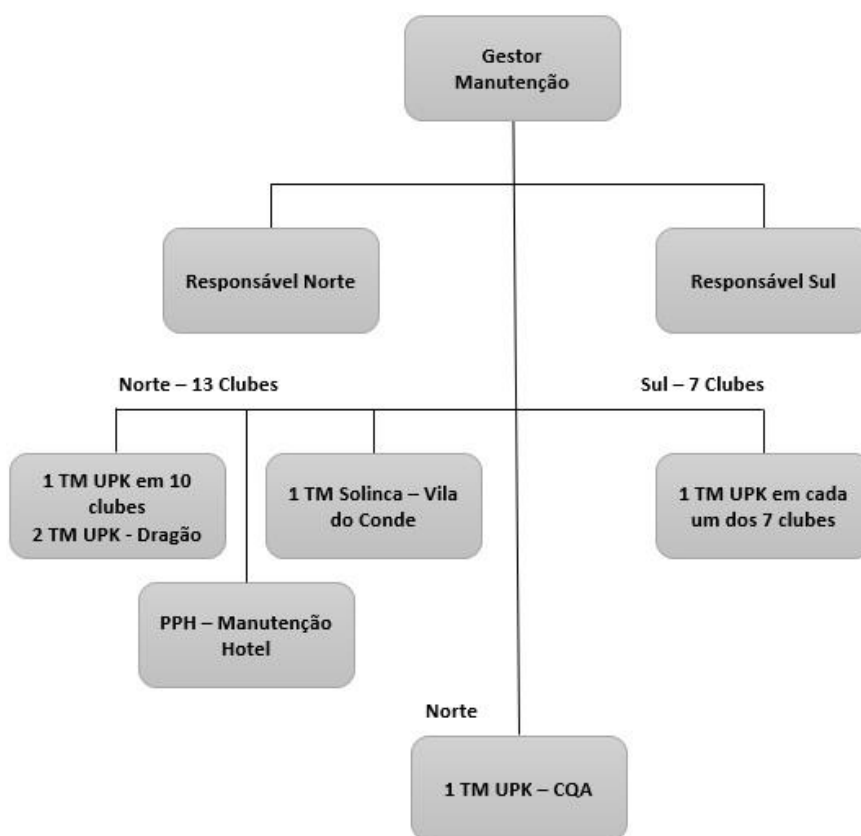


Figura 15 - Organograma Modelo Atual

Seguidamente são descritas as funções dos recursos que compõem o modelo atual de manutenção.

Gestor de Manutenção:

- Organizar e administrar as instalações;
- Coordenar o trabalho, recrutamento, formação e desempenho na área de manutenção;
- Gerir e organizar atividades de manutenção;
- Proceder à manutenção dos ativos da empresa;
- Gerir toda a equipa de manutenção;
- Estabelecer medidas de otimização para processos de manutenção;
- Garantir que todos os protocolos de segurança no trabalho são cumpridos;
- Atender clientes e fornecedores;
- Proceder ao acompanhamento de novos clubes.

Responsável de Manutenção:

- Propor e colaborar na definição da estratégia da área de manutenção;
- Monitorizar a execução dos objetivos definidos para a manutenção;
- Acompanhar regularmente o nível de serviço dos clubes;
- Coordenar os processos de gestão de compras dos serviços de manutenção;
- Assegurar o envio de requisições de serviços de assistência técnica;
- Garantir a implementação das medidas de segurança e prevenção;
- Acompanhar o investimento efetuado em unidades existentes;
- Supervisionar os projetos de expansão;
- Executar e controlar as melhores práticas de tratamento de água;
- Coordenar os recursos humanos afetos à sua responsabilidade e supervisionar a implementação das políticas de recursos humanos.

Técnico de Manutenção:

- Realizar manutenções preventivas e corretivas;
- Inspecionar e proceder à manutenção de todos os quadros elétricos e sistemas associados, bem como à verificação de toda a iluminação e sistema de tomadas;
- Vistoriar, limpar e testar todos os sistemas de esgotos e verificar o bom funcionamento dos sistemas de abastecimento de água;

- Inspecionar e proceder à manutenção de todos os equipamentos AVAC, incluindo a limpeza de filtros, drenos e o ajuste dos parâmetros de funcionamento e conforto;
- Preservar todos os sistemas de águas (grupo bombagem, sistemas elétricos associados, funcionamento, inspeção, lubrificação e teste de todas as válvulas manuais, inspeção e teste de toda a iluminação da casa das máquinas e da casa do gerador);
- Inspecionar o edifício e retificar todas as anomalias detetadas que permitam ser reparadas sem a necessidade de substituição ou de obras de maior envolvimento;
- Comunicar, com o responsável de manutenção, as ocorrências de avarias dos equipamentos de ginásio;
- Cooperar no controlo e gestão da qualidade da água;
- Efetuar requisição de material.

Técnico de Manutenção de CQA:

- Recolher água para análises bacteriológicas;
- Avaliar a água, o PH e o cloro;
- Proceder à injeção de químicos;
- Efetuar calibrações;
- Proceder à verificação dos equipamentos.

3.3.2 Análise dos Custos

Posteriormente é apresentada uma tabela compreendendo a quantidade de recursos utilizados, o seu respetivo valor mensal e correspondente custo total, bem como o custo total do atual modelo.

Tabela 3 - Custo do Modelo Atual

Função	Recurso	Valor Mensal	Total
Diretor Geral de Manutenção	1	2900 €	$2900 \times 14 = 40.600 \text{ €}$
Responsável de Manutenção	2	2050 €	$2 \times (1680 \times 14 + 370 \times 12) = 55.920 \text{ €}$
Técnico de Manutenção UPK	19	--	447.600 €

Técnico de Manutenção Interno	1	1000 €	$1000 \times 14 = \mathbf{14.000 \text{ €}}$
PP Hotel	--	1000 €	$1000 \times 12 = \mathbf{12.000 \text{ €}}$
Técnico de Manutenção UPK CQA	1	2850 €	$2850 \times 12 = \mathbf{34.200 \text{ €}}$
Subcontratação Empresa de Segurança	--	2400 €	$2400 \times 12 = \mathbf{28.800 \text{ €}}$
Subcontratação Equipamentos de Ginásio	--	--	40.536 €
Subcontratação Outros Equipamentos	--	--	47.060 €
Total		720.716,000 €	

3.3.3 Prós e Contras

Atendendo ao facto de se tratar de um modelo estratégico essencialmente *outsourcing*, importa agora registar um conjunto de prós e contras que o caracterizam.

Prós:

- A subcontratação aumenta a eficiência e produção;
- Liberta recursos para atividades chave da empresa;
- Permite que a empresa tenha mais tempo para pensar na satisfação das necessidades dos clientes;
- Faculta um acesso a tecnologias e a especialistas que não têm dentro da empresa;
- Possibilita o desempenho de atividades de difícil gestão ou controlo;
- Desenvolve uma nova estrutura organizacional, com menos níveis hierárquicos, capaz de aumentar a flexibilidade e a rapidez de adaptação às alterações do meio envolvente;
- Proporciona o acesso às melhores práticas da indústria;
- Permite uma afetação mais racional e eficiente de recursos;
- Reduz custos operacionais e garante um maior controlo e melhor orçamentação dos custos;
- Viabiliza a diminuição das necessidades de investimento;

- Facilita uma partilha de riscos do negócio com o subcontratado.

Contras:

- Falta de controlo da execução das atividades;
- Perda de confidencialidade de dados e informações;
- Possibilidade de surgirem conflitos de interesse (se a empresa subcontratada prestar o mesmo serviço à concorrência);
- Má qualidade do serviço prestado e diminuição do nível da satisfação dos clientes e colaboradores;
- Eventualidade de conflitos de interesse entre empresas;
- Menor envolvimento e dedicação por parte do subcontratado;
- Reduzido alinhamento com a estratégia e a cultura da empresa;
- Custos mais elevados do que se as atividades tivessem sido executadas com os seus recursos humanos;
- Perda de know-how;
- Possibilidade do subcontratado não ter experiência adequada;
- Eventual ocorrência de custos ocultos.

3.4 Propostas de Novos Modelos Estratégicos

3.4.1 Descrição dos Modelos

Depois de realizada a descrição do modelo estratégico atual, no tópico anterior, são agora propostos e descritos novos modelos estratégicos de manutenção.

Modelo 1

As ações de manutenção, preventiva e corretiva, das instalações são levadas a cabo por técnicos internos. O controlo e qualidade das águas é realizado por dois técnicos internos de manutenção, um a norte e outro a sul. Para a reparação/manutenção de equipamentos de ginásio e reparação de outro tipo de equipamentos optou-se pela criação de duas oficinas, uma a norte e outra a sul, sob a responsabilidade de três técnicos internos de manutenção, dois a norte e um a sul do país.

No modelo 1, as ações de manutenção são executadas pelos recursos constantes do organograma da Figura 16.

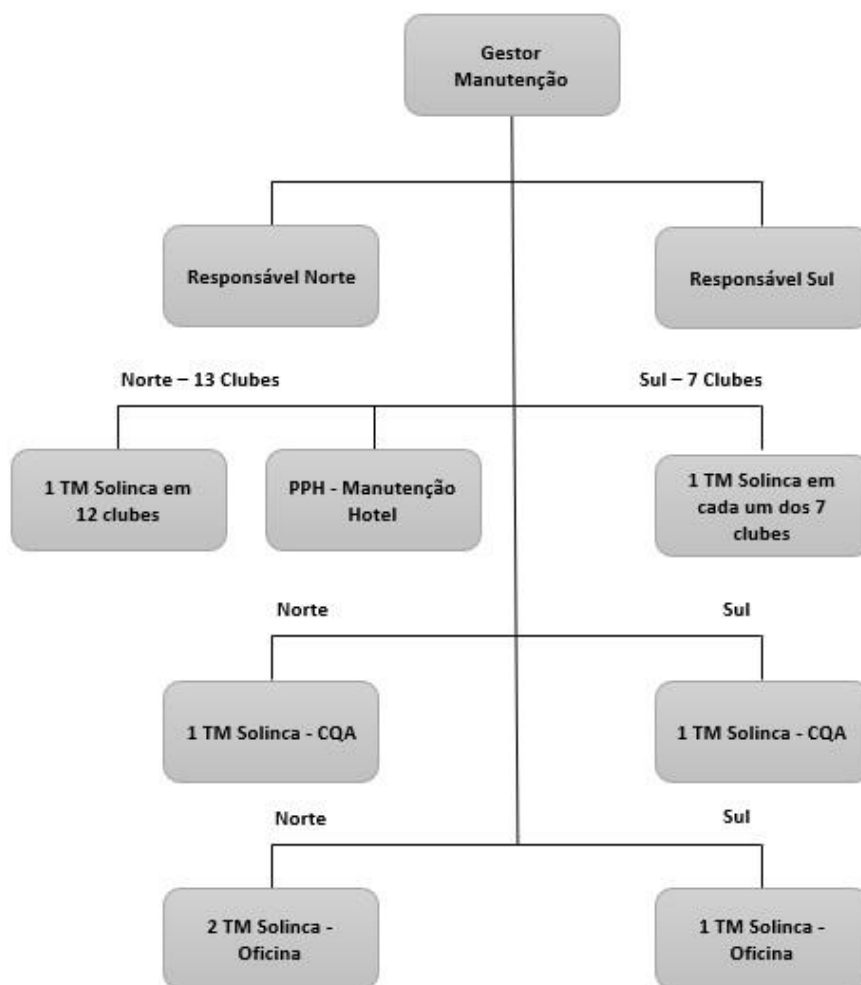


Figura 16 - Organograma Modelo 1

Modelo 2

As ações de manutenção de caráter preventivo das instalações estão a cargo de uma empresa subcontratada (UPK) sendo realizadas por técnicos especializados de manutenção. O controle e qualidade das águas é efetuado, a norte, por um técnico de manutenção UPK, o que não acontece a sul, dado o número mais reduzido de clubes nesta zona do país sendo, por conseguinte, esta ação levada a cabo pelo responsável sul. Sempre que se justifique, a reparação/manutenção de equipamentos de ginásio, reparação de outro tipo de equipamentos e ainda manutenções de natureza corretiva, optou-se pela criação de duas oficinas, uma a norte e outra a sul, sob a responsabilidade de cinco técnicos internos de manutenção, três a norte e dois a sul do país.

No modelo 2, as ações de manutenção são postas em prática pelos recursos representados pelo organograma da Figura 17.

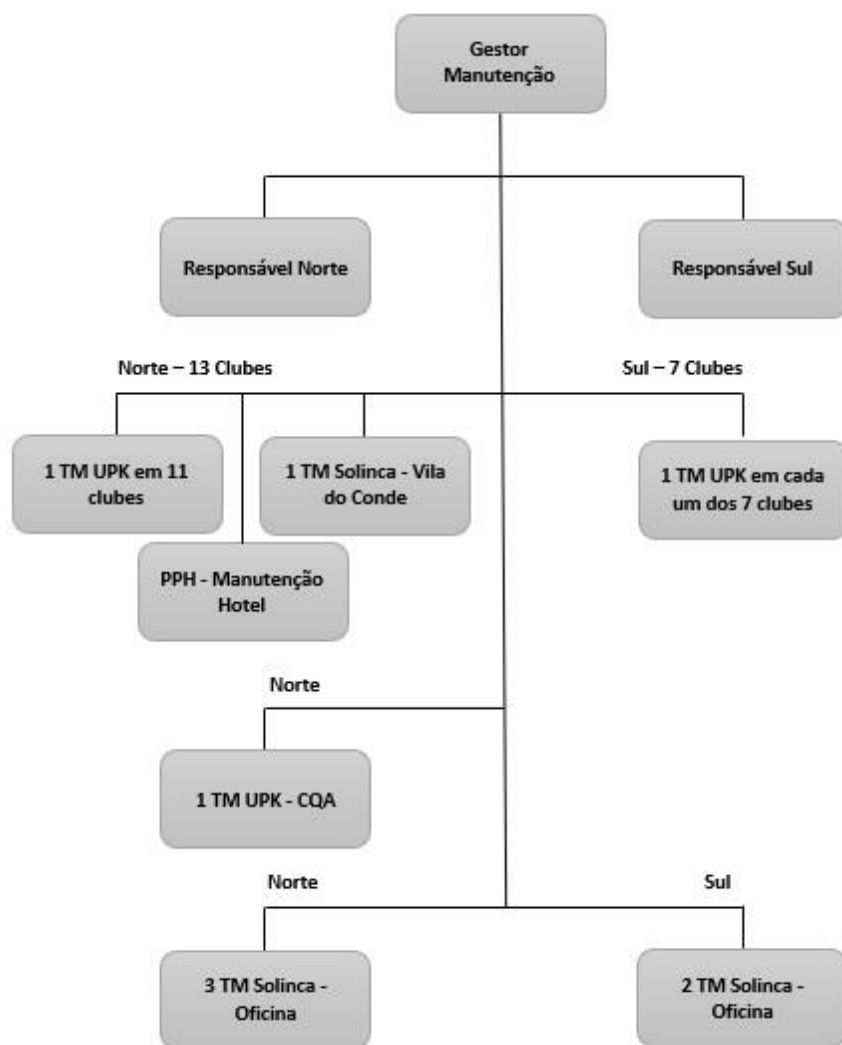


Figura 17 - Organograma Modelo 2

Modelo 3

As atividades de manutenção, preventiva e corretiva, das instalações são efetuadas por técnicos internos. O controle e qualidade das águas é realizado por dois técnicos internos de manutenção, um a norte e outro a sul. A reparação/manutenção de equipamentos de ginásio é executada pela empresa fornecedora dos mesmos, enquanto que a reparação de outro tipo de equipamentos fica a cargo de empresas subcontratadas.

No modelo 3, as ações de manutenção são implementadas pelos recursos que o organograma da Figura 18 ilustra.

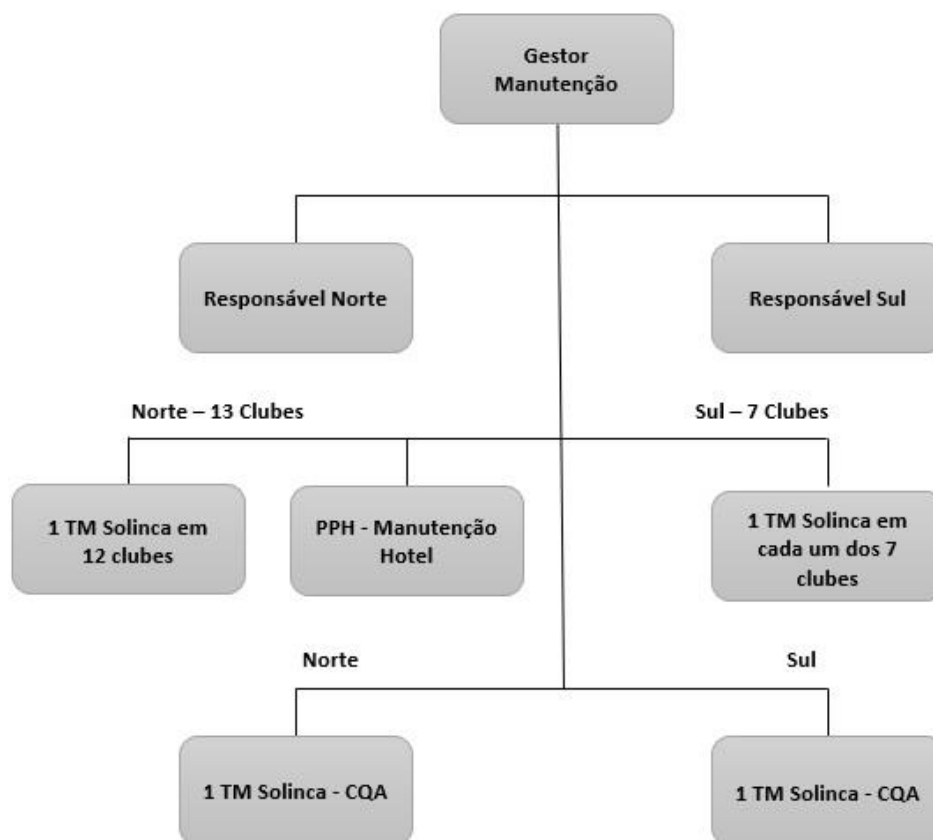


Figura 18 - Organograma Modelo 3

Modelo 4

As ações de manutenção, preventiva e corretiva, das instalações são levadas a cabo por técnicos internos sem certificação AVAC. O controlo e qualidade das águas é realizado por dois técnicos internos de manutenção, um a norte e outro a sul. Sempre que se imponha, a reparação/manutenção de equipamentos de ginásio é efetuada pela empresa fornecedora dos mesmos, enquanto que a manutenção preventiva AVAC e a reparação de outro tipo de equipamentos ficam sob a alçada de empresas subcontratadas.

No modelo 4, as ações de manutenção são executadas pelos recursos que constam do organograma da Figura 19.

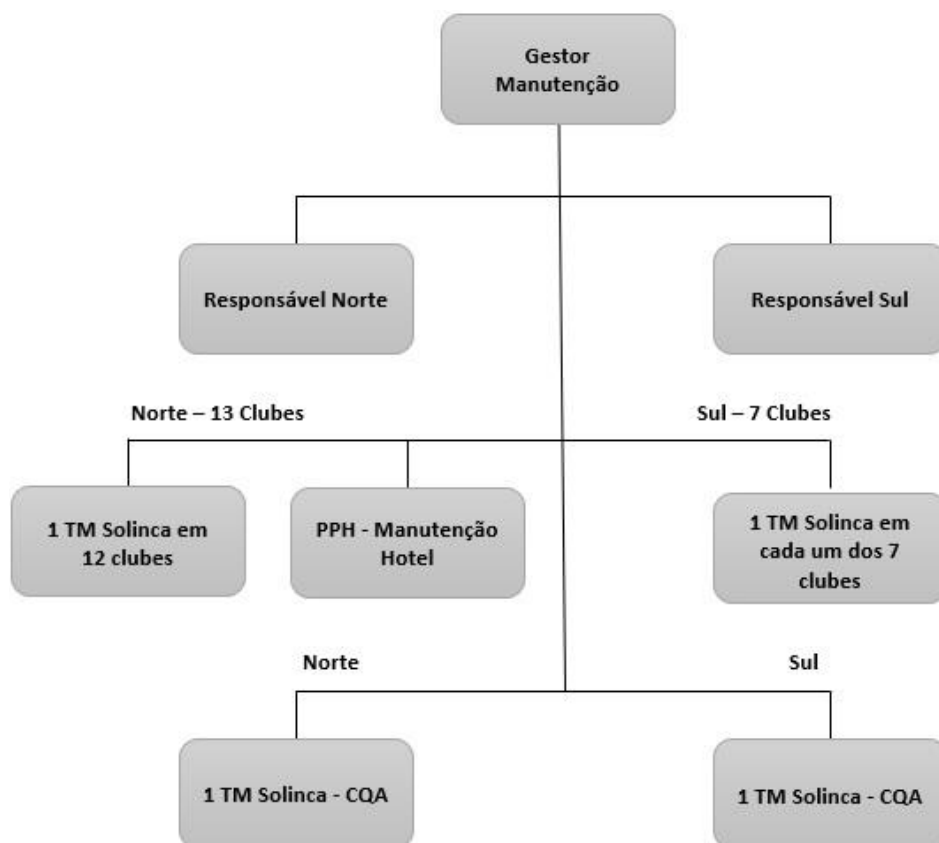


Figura 19 - Organograma Modelo 4

Por fim, são descritas as funções dos recursos que compõem os novos modelos estratégicos de manutenção enunciados anteriormente.

O gestor de manutenção, o técnico de manutenção e o técnico de manutenção de controlo e qualidade das águas desempenham as mesmas funções nos modelos atual e propostos, tendo estas sido referidas aquando da descrição do modelo atual.

Relativamente ao responsável de manutenção, este possui as mesmas funções, tanto no modelo atual, quanto no modelo 2, porque executa também tarefas de controlo e qualidade das águas, a sul. Os restantes três modelos possuem técnicos de controlo e qualidade das águas, quer a norte, quer a sul, não sendo por isso necessário alocar a tarefa de execução ao responsável de manutenção efetuando, exclusivamente, ações de controlo. Outra das diferenças que é possível constatar prende-se com o facto de, nestes três modelos, o responsável de manutenção proceder à coordenação do *software* de manutenção, definindo as ordens de trabalho dos vários recursos, entre outras tarefas.

Assim, nos modelos 1, 3 e 4, o responsável de manutenção tem a seu cargo as seguintes atribuições:

- Propor e colaborar na definição da estratégia da área de manutenção;
- Responsabilizar-se por coordenar o *software* de manutenção;

- Monitorizar a execução dos objetivos definidos para a manutenção;
- Acompanhar regularmente o nível de serviço dos clubes;
- Coordenar os processos de gestão de compras dos serviços de manutenção;
- Assegurar o envio de requisições de serviços de assistência técnica;
- Garantir a implementação das medidas de segurança e prevenção;
- Acompanhar o investimento efetuado em unidades existentes;
- Supervisionar os projetos de expansão;
- Controlar e garantir a implementação das melhores práticas de tratamento da água;
- Coordenar os recursos humanos afetos à sua responsabilidade e monitorizar a implementação das políticas de recursos humanos.

3.4.2 Análise dos Custos

As tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentam a quantidade de recursos utilizados, o seu respetivo valor mensal e correspondente custo total, bem como o custo total de cada um dos quatro modelos propostos.

Tabela 4 - Custo do Modelo 1

Função	Recurso	Valor Mensal	Total
Diretor Geral de Manutenção	1	2900 €	$2900 \times 14 = 40.600 \text{ €}$
Responsável de Manutenção	2	2050 €	$2 \times (1680 \times 14 + 370 \times 12) = 55.920 \text{ €}$
Técnico de Manutenção Interno	19	1600 €	$19 \times 1600 \times 14 = 425.600 \text{ €}$
PP Hotel	--	1000 €	$1000 \times 12 = 12.000 \text{ €}$
Técnico de Manutenção Interno CQA	2	2370 €	$2 \times (1600 \times 14 + 770 \times 12) = 63.280 \text{ €}$
Subcontratação Empresa de Segurança	--	2400 €	$2400 \times 12 = 28.800 \text{ €}$
Oficina para reparação de Equipamentos de Ginásio e Outros Equipamentos	--	2300 €	$(3 \times 1600 \times 14 + 2 \times 700 \times 12) = 84.000 \text{ €}$
Total		710.200,000 €	

Tabela 5 - Custo do Modelo 2

Função	Recurso	Valor Mensal	Total
Diretor Geral de Manutenção	1	2900 €	$2900 \times 14 = 40.600 \text{ €}$
Responsável de Manutenção	2	2050 €	$2 \times (1680 \times 14 + 370 \times 12) = 55.920 \text{ €}$
Técnico de Manutenção UPK	19	--	$447.600 \times 0,7 = 313.320 \text{ €}$
Técnico de Manutenção Interno	1	1000 €	$1000 \times 14 = 14.000 \text{ €}$
PP Hotel	--	1000 €	$1000 \times 12 = 12.000 \text{ €}$
Técnico de Manutenção UPK CQA	1	2850 €	$2850 \times 12 = 34.200 \text{ €}$
Subcontratação Empresa de Segurança	--	2400 €	$2400 \times 12 = 28.800 \text{ €}$
Oficina para reparação de Equipamentos de Ginásio, Outros Equipamentos e Manutenções Corretivas	--	2300 €	$(5 \times 1600 \times 14 + 2 \times 700 \times 12) = 128.800 \text{ €}$
Total		627.640,000 €	

Tabela 6 - Custo do Modelo 3

Função	Recurso	Valor Mensal	Total
Diretor Geral de Manutenção	1	2900 €	$2900 \times 14 = 40.600 \text{ €}$
Responsável de Manutenção	2	2050 €	$2 \times (1680 \times 14 + 370 \times 12) = 55.920 \text{ €}$
Técnico de Manutenção Interno	19	1600 €	$19 \times 1600 \times 14 = 425.600 \text{ €}$
PP Hotel	--	1000 €	$1000 \times 12 = 12.000 \text{ €}$
Técnico de Manutenção Interno CQA	2	2370 €	$2 \times (1600 \times 14 + 770 \times 12) = 63.280 \text{ €}$
Subcontratação Empresa	--	2400 €	$2400 \times 12 = 28.800 \text{ €}$

de Segurança			
Subcontratação Equipamentos de Ginásio	--	--	40.536 €
Subcontratação Outros Equipamentos	--	--	47.060 €
Total	713.796,000 €		

Tabela 7 - Custo do Modelo 4

Função	Recurso	Valor Mensal	Total
Diretor Geral de Manutenção	1	2900 €	$2900 \times 14 = \mathbf{40.600 \text{ €}}$
Responsável de Manutenção	2	2050 €	$2 \times (1680 \times 14 + 370 \times 12) = \mathbf{55.920 \text{ €}}$
Técnico de Manutenção Interno (S/AVAC)	19	1400 €	$19 \times 1400 \times 14 = \mathbf{372.400 \text{ €}}$
PP Hotel	--	1000 €	$1000 \times 12 = \mathbf{12.000 \text{ €}}$
Técnico de Manutenção Interno CQA	2	2370 €	$2 \times (1600 \times 14 + 770 \times 12) = \mathbf{63.280 \text{ €}}$
Subcontratação Empresa de Segurança	--	2400 €	$2400 \times 12 = \mathbf{28.800 \text{ €}}$
Subcontratação Equipamentos de Ginásio	--	--	40.536 €
Subcontratação Outros Equipamentos	--	--	47.060 €
Subcontratação Manutenção AVAC	19	--	$19 \times 295 \times 12 = \mathbf{67.260 \text{ €}}$
Total	727.856,000 €		

Em conclusão, constata-se que o modelo 2 é o que apresenta o custo mais baixo e o modelo 4 é aquele que possui o maior custo. O facto do modelo 2 ser o que regista o custo mais baixo, não significa que seja o melhor modelo. Mais adiante, será utilizada uma técnica de tomada de decisão, AHP, para seleccionar o melhor modelo que cumpra todos os critérios impostos como o custo, a qualidade, o tempo, entre outros.

3.4.3 Prós e Contras

O modelo 2, de entre os apresentados, é semelhante ao modelo atual, pois os recursos utilizados são praticamente todos subcontratados tratando-se, então, de dois modelos *outsourcing*. Assim, os prós e contras definidos para o modelo 2 serão iguais ao do modelo atual referenciados anteriormente.

Os modelos 1, 3 e 4 são semelhantes, pois utilizam principalmente recursos internos pertencentes à empresa (modelos *insourcing*) apresentando, assim, os mesmos prós e contras.

Prós:

- Menor dependência de empresas externas;
- Maior controlo das ações e da execução das atividades;
- Melhor qualidade de serviço;
- Recursos humanos próprios (formação direcionada para as necessidades);
- Confidencialidade do serviço;
- Maior alinhamento com a estratégia e a cultura da empresa;
- Custos mais baixos do que se as atividades tivessem sido subcontratadas;
- Inexistência de custos ocultos.

Contras:

- Necessidade de secção de recursos humanos;
- Maior compromisso com funcionários;
- Estrutura organizacional contendo mais níveis hierárquicos;
- Aumenta custos operacionais e garante um menor controlo e pior orçamentação dos custos;
- Incremento das necessidades de investimento;
- Responsabilidade total pelos riscos do negócio.

3.5 Seleção do Modelo Estratégico

3.5.1 Desenvolvimento e Aplicação do Método AHP

Neste particular, o método AHP irá ser utilizado como técnica de tomada de decisão procurando escolher a melhor alternativa que cumpra todos os critérios impostos, ou seja, selecionar o melhor modelo estratégico eliminando, assim, qualquer indício de subjetividade na decisão.

Cumprindo os três princípios do respetivo método, anteriormente apresentados, seguem-se as etapas de construção e resolução do problema de decisão recorrendo a um modelo multicritério.

3.5.1.1 Construção da Hierarquia

A hierarquia foi definida considerando os critérios selecionados para a resolução do problema de decisão como determinantes e primordiais, tendo em conta o contexto teórico e o objeto de estudo.

Por conseguinte, de acordo com a Figura 12, a estrutura hierárquica é apresentada em três níveis:

- **Nível 1:** Consiste no objetivo global, procurando selecionar o melhor modelo estratégico a implementar;
- **Nível 2:** Refere-se aos critérios definidos para avaliação das ações recomendadas;
- **Nível 3:** Representa as alternativas de decisão, ou seja, as ações recomendadas.

Posteriormente, são descritos todos os critérios representados no nível 2 da hierarquia.

- **Custo** - Critério relacionado com o custo de cada modelo estratégico e sua implementação;
- **Qualidade** - Referente à execução das tarefas de manutenção do modelo tendo em consideração a sintonia entre tempo e custo dos recursos utilizados;
- **Tempo** - Tempo mínimo para resolução de problemas numa harmonia entre custo e qualidade;
- **Eficiência** - Qualidade do serviço executado no mínimo de tempo possível;
- **Recursos Humanos** - Diretamente ligados ao custo do recurso e à eficiência nas suas tarefas;
- **Aprovisionamento** - Relacionado com o custo, tempo de resposta e *stock* necessário, variando com as alternativas estratégicas;
- **Implementação** - Maior ou menor dificuldade de implementação, tendo em conta o tempo, os custos e os recursos do modelo.

Por fim, o terceiro nível representa as alternativas de decisão sendo composto pelos vários modelos estratégicos de manutenção, abordados previamente.

3.5.1.2 Definição de Prioridades e Comparações Par-a-Par

O processo comparativo de análise dos critérios aos pares foi concebido com recurso à estrutura hierárquica (Figura 12) e à escala verbal (Tabela 1, Pág. 61).

De modo a facilitar o entendimento e a visualização das matrizes a apresentar, foi definida a seguinte nomenclatura (Tabela 8).

Tabela 8 - Nomenclaturas dos elementos da hierarquia

Critérios	Nomenclatura	Modelos	Nomenclatura
Custo	C1	Modelo Atual	A0
Qualidade	C2	Modelo 1	A1
Tempo	C3	Modelo 2	A2
Eficiência	C4	Modelo 3	A3
Recursos Humanos	C5	Modelo 4	A4
Aprovisionamento	C6		
Implementação	C7		

Procurando não tornar muito extensa a demonstração dos cálculos efetuados no desenvolvimento do método AHP, no que concerne ao objeto de estudo, apenas será exemplificado o cálculo da matriz de comparação, o vetor de prioridades e os índices de consistência ao nível dos critérios. Os cálculos referentes às alternativas serão apresentados sob a forma de tabelas.

O primeiro passo a ser realizado é a construção da matriz de comparação par-a-par, para os critérios, em relação ao objetivo global (Tabela 9).

Tabela 9 - Matriz de comparação dos critérios em relação ao objetivo global

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	3	5	1	1/5	7	1/3
C2	1/3	1	3	1/3	1	5	1/3
C3	1/5	1/3	1	1/3	1/5	5	1/5
C4	1	3	3	1	1	7	1
C5	5	1	5	1	1	7	1/3
C6	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1	1/7
C7	3	3	5	1	3	7	1

Depois, procede-se à normalização da matriz. O cálculo compreende o somatório dos elementos de cada coluna (Tabela 10) e a divisão de cada um deles pelo respectivo

somatório. A matriz resultante do processo é designada por matriz normalizada (Tabela 11).

Tabela 10 - Cálculo da matriz de critérios normalizada

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	3	5	1	1/5	7	1/3
C2	1/3	1	3	1/3	1	5	1/3
C3	1/5	1/3	1	1/3	1/5	5	1/5
C4	1	3	3	1	1	7	1
C5	5	1	5	1	1	7	1/3
C6	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1	1/7
C7	3	3	5	1	3	7	1
Soma	10,68	11,53	22,20	4,81	6,54	39,00	3,34

Tabela 11 - Matriz de critérios normalizada

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,0937	0,2601	0,2252	0,2079	0,0306	0,1795	0,0997
C2	0,0312	0,0867	0,1351	0,0693	0,1528	0,1282	0,0997
C3	0,0187	0,0289	0,0450	0,0693	0,0306	0,1282	0,0598
C4	0,0937	0,2601	0,1351	0,2079	0,1528	0,1795	0,2991
C5	0,4683	0,0867	0,2252	0,2079	0,1528	0,1795	0,0997
C6	0,0134	0,0173	0,0090	0,0297	0,0218	0,0256	0,0427
C7	0,2810	0,2601	0,2252	0,2079	0,4585	0,1795	0,2991

Posteriormente, obtém-se o cálculo do peso relativo de cada critério, face ao objetivo global. Esta operação compreende o somatório dos elementos de cada linha e a sua divisão pelo número de colunas sendo o resultado deste processo denominado por vetor de prioridades (Tabela 12).

Tabela 12 - Vetor de prioridades dos critérios

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		Vetor prioridades
C1	0,0937	0,2601	0,2252	0,2079	0,0306	0,1795	0,0997	=	0,1567
C2	0,0312	0,0867	0,1351	0,0693	0,1528	0,1282	0,0997	=	0,1004
C3	0,0187	0,0289	0,0450	0,0693	0,0306	0,1282	0,0598	=	0,0544
C4	0,0937	0,2601	0,1351	0,2079	0,1528	0,1795	0,2991	=	0,1898
C5	0,4683	0,0867	0,2252	0,2079	0,1528	0,1795	0,0997	=	0,2029
C6	0,0134	0,0173	0,0090	0,0297	0,0218	0,0256	0,0427	=	0,0228
C7	0,2810	0,2601	0,2252	0,2079	0,4585	0,1795	0,2991	=	0,2731
									1,0000

Após a obtenção dos resultados, é possível retirar as seguintes conclusões:

- A implementação (27,31%) destaca-se como o critério mais importante;
- Os recursos humanos (20,29%), por sua vez, afirmam-se como o segundo critério mais relevante;
- A eficiência, registrando 18,98%, é o critério seguinte de maior valor;
- Em seguida, surge o custo, com 15,67%;
- A qualidade, enquanto quinto critério de maior importância, apresenta um valor de 10,04%;
- O tempo (5,44%), em matéria de relevância, assume-se como sexto critério;
- Por último, o provisionamento registra um valor de 2,28%.

Seguidamente são apresentadas as tabelas que ilustram as comparações par-a-par e os vetores de prioridades (peso relativo) das matrizes normalizadas, demonstrando o comportamento de cada alternativa na avaliação efetuada.

Tabela 13 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério custo

	C1	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0		1	1/5	1/7	1/3	3	0,0672
A1		5	1	1/7	3	5	0,1982
A2		7	7	1	7	9	0,5756
A3		3	1/3	1/7	1	5	0,1237

A4	1/3	1/5	1/9	1/5	1	0,0353
-----------	-----	-----	-----	-----	---	--------

Tabela 14 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério qualidade

C2	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	1/9	1/7	1/3	5	0,0779
A1	9	1	3	5	7	0,4811
A2	7	1/3	1	5	7	0,2978
A3	3	1/5	1/5	1	3	0,1042
A4	1/5	1/7	1/7	1/3	1	0,0387

Tabela 15 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério tempo

C3	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	1/7	1/9	1	5	0,0789
A1	7	1	1/5	7	9	0,2861
A2	9	5	1	7	9	0,5354
A3	1	1/7	1/7	1	3	0,0682
A4	1/5	1/9	1/9	1/3	1	0,0314

Tabela 16 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério eficiência

C4	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	1/9	1/5	1/3	5	0,0707
A1	9	1	5	7	9	0,5455
A2	5	1/5	1	5	7	0,2336
A3	3	1/7	1/5	1	7	0,1205
A4	1/5	1/9	1/7	1/7	1	0,0298

Tabela 17 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério recursos humanos

C5	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	1/9	1/7	1/3	3	0,0584
A1	9	1	7	5	9	0,5552
A2	7	1/7	1	3	5	0,2135
A3	3	1/5	1/3	1	7	0,1399
A4	1/3	1/9	1/5	1/7	1	0,0331

Tabela 18 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério aprovisionamento

C6	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	1/7	1/9	1/3	3	0,0624
A1	7	1	3	5	7	0,4611
A2	9	1/3	1	5	7	0,3177
A3	3	1/5	1/5	1	5	0,1213
A4	1/3	1/7	1/7	1/5	1	0,0376

Tabela 19 - Matriz de comparação das alternativas e respetivo vetor de prioridades em relação ao critério implementação

C7	A0	A1	A2	A3	A4	Vetor prioridades
A0	1	7	5	3	3	0,4641
A1	1/7	1	1/3	1/5	1/5	0,0436
A2	1/5	3	1	1/3	1/3	0,0888
A3	1/3	5	3	1	1	0,2017
A4	1/3	5	3	1	1	0,2017

Concretizada a avaliação de todos os pesos relativos, procede-se depois ao cálculo de um único peso para cada alternativa representando o desempenho desta face ao objetivo global (Tabela 20). Este cálculo é conseguido através do produto da matriz dos pesos relativos das alternativas, em relação a cada critério, pela matriz do peso relativo dos critérios.

Tabela 20 - Cálculo do peso relativo das alternativas em relação ao objetivo global

Peso relativo das alternativas								Peso relativo dos critérios	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		
A0	0,0672	0,0779	0,0789	0,0707	0,0584	0,0624	0,4641	*	0,1567 C1
A1	0,1982	0,4814	0,2861	0,5455	0,5552	0,4611	0,0436	*	0,1004 C2
A2	0,5756	0,2978	0,5354	0,2336	0,2135	0,3177	0,0888	*	0,0544 C3
A3	0,1237	0,1042	0,0682	0,1205	0,1399	0,1213	0,2017	*	0,1898 C4
A4	0,0353	0,0387	0,0314	0,0298	0,0331	0,0376	0,2017	*	0,2029 C5
								*	0,0228 C6
								*	0,2731 C7
A0 = 0,1761 A1 = 0,3335 A2 = 0,2683 A3 = 0,1426 A4 = 0,0794									

Assim, a interpretação dos resultados obtidos demonstra o seguinte:

- O modelo 1 assume-se como a alternativa mais importante (33,35%);
- O modelo 2, em matéria de relevância, surge em segundo lugar (26,83%);
- O modelo estratégico de manutenção atual é a terceira alternativa mais importante (17,61%);
- O modelo 3 apresenta-se como a quarta mais relevante alternativa (14,26%);
- O modelo 4 regista um valor de 7,94%, mostrando ser a alternativa com menor importância.

3.5.1.3 Consistência Lógica

Para determinar alguma incongruência que possa existir nas comparações efetuadas, será necessário proceder-se ao cálculo do índice de consistência (IC) e da razão de consistência (RC) das decisões tomadas.

Prosseguindo a demonstração dos cálculos efetuados ao nível dos critérios, para a realização do cálculo do índice de consistência efetua-se, em primeiro lugar, o produto da matriz de comparação pelo vetor de prioridades.

Tabela 21 - Produto da matriz de comparação pelo vetor de prioridades

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Vetor prioridades			
C1	1	3	5	1	1/5	7	1/3	*	0,1567	=	1,2109
C2	1/3	1	3	1/3	1	5	1/3	*	0,1004	=	0,7870
C3	1/5	1/3	1	1/3	1/5	5	1/5	*	0,0544	=	0,3917
C4	1	3	3	1	1	7	1	*	0,1898	=	1,4465
C5	5	1	5	1	1	7	1/3	*	0,2029	=	1,7990
C6	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1	1/7	*	0,0228	=	0,1713
C7	3	3	5	1	3	7	1	*	0,2731	=	2,2743

Procede-se, depois, ao cálculo do $\lambda_{máx}$ e do índice de consistência (IC), através das equações abaixo.

$$\lambda_{máx} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_i \cdot \frac{Aw_i}{w_i} =$$

$$= \frac{1}{7} \times \left(\frac{1,2109}{0,1567} + \frac{0,7870}{0,1004} + \frac{0,3917}{0,0544} + \frac{1,4465}{0,1898} + \frac{1,7990}{0,2029} + \frac{0,1713}{0,0228} + \frac{2,2743}{0,2731} \right) = 7,8706$$

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{7,8706 - 7}{7 - 1} = 0,1451$$

Por fim, é realizado o cálculo da razão de consistência (RC), que resulta da divisão do índice de consistência (IC) pelo índice aleatório (IR), conforme se pode verificar na equação seguinte.

Consultando a Tabela 2 (Pág.64), para uma matriz de ordem $n=7$ obtém-se um $IR=1,32$.

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,1451}{1,32} = 0,1099$$

Verifica-se, assim, que a razão de consistência é próxima de 0,10, o que significa que a inconsistência das comparações realizadas ao nível dos critérios é aceitável.

Procedendo de igual modo à avaliação da consistência das alternativas, relativamente aos critérios, pode confirmar-se, através da Tabela 22, que a inconsistência de algumas das alternativas é próxima de 0,10 demonstrando, por conseguinte, que estão muito próximas do limite aceitável estabelecido por Saaty, à exceção da qualidade, do tempo, da eficiência e dos recursos humanos. Contudo, estes quatro critérios apresentam uma razão de consistência inferior a 0,20, pelo que os diferentes valores são considerados toleráveis verificando-se, assim, o teste da consistência.

Tabela 22 - Razão de consistência das alternativas em relação aos critérios

Alternativas em relação aos critérios	Razão de consistência (RC)
C1 – Custo	0,1199
C2 – Qualidade	0,1419
C3 – Tempo	0,1293
C4 – Eficiência	0,1662
C5 - Recursos Humanos	0,1382
C6 – Aprovisionamento	0,1116
C7 – Implementação	0,0286

3.5.1.4 Análise de Resultados

Concretizada a implementação do método AHP no estudo dos modelos estratégicos de manutenção, importa agora proceder a uma breve análise e interpretação dos resultados obtidos.

Analisando a Tabela 23, constata-se que o critério com maior peso é o da implementação, de entre aqueles que foram definidos para a resolução do problema de tomada de decisão em questão. Isto significa que o critério da implementação é um

fator determinante na tomada de decisão das diferentes alternativas (ações recomendadas).

Tabela 23 - Hierarquia dos critérios

Hierarquia dos Critérios	
C7 – Implementação	27,31%
C5 - Recursos Humanos	20,29%
C4 – Eficiência	18,98%
C1 – Custo	15,67%
C2 – Qualidade	10,04%
C3 – Tempo	5,44%
C6 – Aprovisionamento	2,28%

Por sua vez, a partir da Tabela 24, infere-se que a alternativa recomendada a ser implementada é o modelo 1 (A1), porquanto se assume como a alternativa com maior peso, relativamente às restantes, no método AHP.

Tabela 24 - Hierarquia das alternativas

Hierarquia das Alternativas	
A1 - Modelo 1	33,35%
A2 - Modelo 2	26,83%
A0 - Modelo Atual	17,61%
A3 - Modelo 3	14,26%
A4 - Modelo 4	7,94%

3.5.2 Implementação do Modelo selecionado

Depois de aplicado o método AHP, utilizado como técnica de tomada de decisão, a alternativa recomendada a ser implementada foi o modelo 1. Estabelecido o modelo a implementar, foram definidas as formas de comunicação dentro do organograma da estrutura do departamento de manutenção.

O topo da hierarquia é ocupado pelo gestor de manutenção que apenas comunica com os responsáveis norte e sul efetuando os vários contactos via email, telemóvel e em sede de reuniões. Por sua vez, os dois responsáveis norte e sul têm a seu cargo os técnicos de manutenção Solinca, com quem comunicam, ora através do *software* de manutenção definindo as ordens de trabalho, ora através do telemóvel, sendo a comunicação realizada do mesmo modo com a oficina. Os técnicos de manutenção de CQA recebem as informações dos responsáveis norte e sul, através de email ou, em caso de urgência, por telemóvel. O professor de sala assume igualmente um papel relevante no organograma da empresa, pois é quem comunica ao técnico de manutenção Solinca as avarias dos equipamentos de ginásio. Depois de informado, o técnico de manutenção Solinca notifica o responsável, norte ou sul, através de email, da avaria do equipamento de ginásio, de modo a que este crie uma ordem de trabalho

no *software* para a oficina ser informada e, assim, proceder ao respetivo arranjo. Em caso de urgência, o primeiro contacto poderá ser efetuado através de telemóvel não invalidando o sempre necessário registo escrito, enviado através de email.

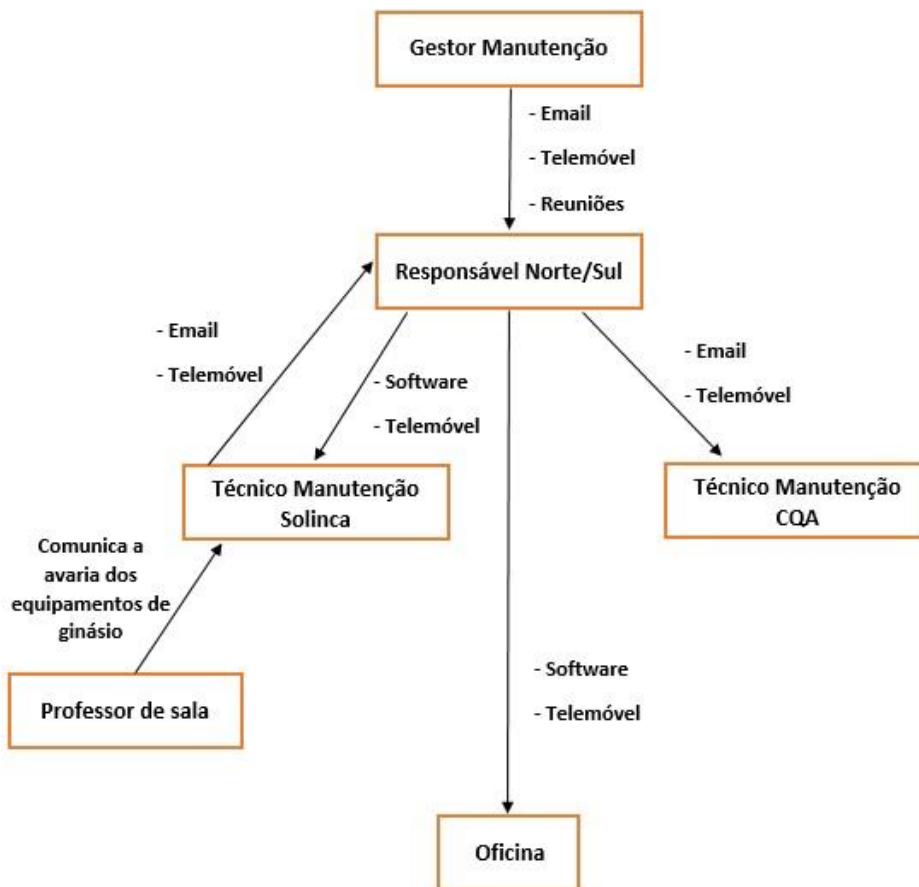


Figura 20 - Organograma Comunicações

3.6 Softwares de Gestão de Manutenção para aplicação do Modelo Estratégico

Um *software* de gestão de manutenção é uma ferramenta que tem vindo a evoluir e a expandir-se ao longo dos tempos.

Por conseguinte, um sistema de gestão da manutenção deve dispor, por um lado, dos recursos técnicos que permitam atingir com eficácia os objetivos pretendidos e, por outro, gerar informação útil que possibilite avaliar desempenhos, estabelecer metas e confrontar resultados.

Não obstante, poucas empresas aprovam a ideia de despendar dinheiro em *softwares* de gestão de manutenção, porquanto o departamento de manutenção é, por vezes, encarado como um mero custo agregado ao negócio, até porque, numa economia difícil, está entre os primeiros a experimentar os cortes orçamentais.

Hoje em dia, a informática assume-se, em maior ou menor grau, como denominador comum de suporte de qualquer sistema de gestão de manutenção. Segundo Cabral

(2006), a seleção de uma aplicação informática deverá constituir o primeiro passo para a sua implementação. Recorrendo a um *software* de manutenção, afigura-se mais fácil e rápido o acesso à informação, não apenas por parte dos gestores, mas também pelos técnicos de manutenção, sendo assim possível reduzir os tempos de resposta e de inatividade (Carnero & Novés, 2006).

Os *softwares* de manutenção, também designados por CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*), consistem num conjunto integrado de programas de computador e arquivos de dados projetado para facultar aos seus utilizadores um meio eficaz de gestão do manancial de informações geradas pelas organizações de controlo da manutenção (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008). Ainda segundo os mesmos autores, o *software* de manutenção deve agregar um conjunto de recursos que permita a identificação e registo de equipamentos, a codificação, a organização e requisição de materiais e respetiva correlação com os equipamentos, a gestão das ordens de trabalho, bem como a análise de custos e gestão de informações relacionadas com os recursos humanos.

Atividades como planeamento e programação dos trabalhos, elaboração do relatório das manutenções efetuadas e análise do registo histórico podem, assim, ser executadas através do *software* libertando os técnicos para tarefas mais produtivas e tornando o trabalho dos gestores mais eficiente.

Importa, igualmente, atentar nos benefícios que podem advir para as empresas, resultantes do uso eficaz do *software* de manutenção, designadamente o incremento da produtividade, o aumento da disponibilidade e ainda o desempenho e a durabilidade do equipamento.

Ainda que os *softwares* de gestão de manutenção pretendam trazer benefícios para que, efetivamente, funcionem em pleno e constituam uma vantagem competitiva para a empresa, é essencial que os mesmos se ajustem à sua realidade. De acordo com Kans (2008), não basta implementar a mais avançada tecnologia para que daí resultem benefícios. Importa, acima de tudo, que os seus utilizadores saibam lidar com ela e que a mesma esteja em harmonia com os objetivos empresariais. Deste modo, de acordo com a maturidade da empresa, deve adequar-se o grau de detalhe do *software*, no que diz respeito ao uso deste tipo de sistemas.

De seguida, serão abordados três *softwares* recorrentemente utilizados na gestão da manutenção.

NextBitt

É uma empresa portuguesa, com sede em Lisboa, fundada em 2015, que atua na área de *Assets Management, Facilities Management, Industrial Maintenance, Fleet Management, Waste Management, Telco* e muitos outros, cujo objetivo é o de construir soluções que resolvam problemas de gestão de ativos, independentemente do setor ou indústria.

Vários têm sido os projetos desenvolvidos que visam controlar os equipamentos e instalações dos clientes que se encontram dispersos geograficamente ou reunidos numa mesma instalação. Neste sentido, a NextBitt tira partido das tecnologias mais recentes, como NFC (*Near Field Communication*) ou georreferenciação, para garantir uma total rastreabilidade dos ativos físicos de uma organização, ao longo do seu ciclo de vida, quer no que diz respeito ao controlo de custos, quer na vertente operacional de disponibilidade e intervenção de cada equipamento.

Os projetos que têm vindo a ser desenvolvidos caracterizam-se pela garantia de uma integração simples e eficaz da plataforma NextBitt com o restante ecossistema tecnológico do cliente, seja com ERP's (SAP, Microsoft NAV, entre outros), seja com sistemas de gestão centralizada de edifícios ou sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) em ambiente fabril.

Por outro lado, para além do cadastro e supervisão de todos os ativos físicos, esta plataforma permite um controlo operacional de todos os prestadores de serviço que interagem com as instalações dos clientes, tanto em matéria da monitorização da sua *performance* e cumprimentos de níveis de serviço (SLA's – *Service Level Agreement*), quanto no que concerne aos custos que as suas intervenções acarretam. O controlo e recolha de informação é garantido por uma APP intuitiva, mas simultaneamente bastante potente, que assegura uma recolha eficiente de toda a informação, por parte do responsável pela execução do trabalho permitindo, ainda, a correspondente atualização e consulta em qualquer local.

Do ponto de vista tecnológico, a solução apresentada pela NextBitt é 100 % web, suportada numa arquitetura de serviços REST (*Representational State Transfer*) e em três camadas: a primeira, correspondente a uma solução disponibilizada através do melhor serviço de *cloud*, com disponibilidade e *performance* de nível empresarial; a segunda, baseada numa arquitetura de serviços para uma integração simples com ERP's, GTC's e SCADA, entre outros; a terceira, cujo *software* tem a capacidade de escalar de forma automática adaptando-se à dimensão de qualquer empresa, site ou, mesmo, operação mundial. Ao utilizar um modelo de licenciamento SaaS (*Software as a Service*), é assegurado um risco e investimento reduzidos.

Com a implementação da plataforma NextBitt, a Gestão Integrada de Ativos, Manutenção e *Facility Services* (*Hard & Soft Services*), baseada num *workflow* de atividades, garante a notificação automática dos vários intervenientes sempre que a sua ação é necessária ou, apenas, numa perspetiva informativa, de modo a que todas as tarefas relacionadas com a operação sejam do conhecimento dos diversos níveis da estrutura interna, bem como dos principais prestadores de serviço.

Adicionalmente a plataforma dispõe de um módulo auditorial, que garante, entre outros, o registo de auditorias de qualidade, ambiente e conformidade como, por exemplo, auditorias aos prestadores de limpeza, de manutenção, de segurança e de conformidade com os requisitos de certificação.

Destacam-se, de seguida, os principais benefícios expectáveis com a implementação da plataforma NextBitt:

Gestão de Ativos

- Cadastro centralizado de toda a informação técnica relativa a Instalações e equipamentos, incluindo gestão documental de manuais, certificados, documentos oficiais, fotográficas, etc.;
- Associação de cada equipamento à instalação onde se encontra;
- “*Smart Tagging*” com etiquetas NFC (garantem a presença física do técnico junto à instalação e/ou equipamento, aquando do registo da intervenção via *smartphone*);
- Histórico centralizado de intervenções (trabalho efetuado, responsável pela execução, tempo despendido, materiais utilizados, serviços adquiridos, tarefas executadas, etc.);
- Gestão de contratos (serviço, suporte, manutenção, com base em equipamentos ou em instalações, com custos fixos ou variáveis);
- Georreferenciação de ativos.

Gestão da Operação

- Registo e monitorização de pedidos de intervenção;
- Tipificação de pedidos pela especificidade de serviço (limpeza, *catering*, manutenção, gestão de resíduos, etc.);
- Comunicação automática com os requisitantes de serviços relativamente às situações dos seus pedidos, permitindo uma consulta detalhada da intervenção;
- Gestão de intervenções (Ordens de Trabalho):
 - Data prevista;
 - Data de início real;
 - Data de conclusão;
 - Tempos de espera;
 - Tempos de intervenção.
- Gestão de orçamentos para intervenções;
- Gestão de planos de intervenção (planos de manutenção preventiva, de limpeza, de intervenção para um determinado prestador de serviços e para um determinado tipo de equipamento, etc.);

- Monitorização automática da execução de cada plano (% execução, nº & % de intervenções previstas não realizadas; nº & % de intervenções com data de planeamento alterada);
- Listas de tarefas e planeamento específico por cada intervenção planeada;
- Gestão de *stocks* com gestão de números de série e lotes;
- Gestão de pedidos de compra para OT's;
- Controlo de custos.

Gestão de prestadores de serviço

- Registo de todos os fornecedores e prestadores de serviço;
- Controlo de níveis de serviço (SLA's) por tipo/subtipo de serviço; grau de urgência e ativo sendo possível, por exemplo, definir um SLA de 2 horas para problemas elétricos urgentes na arena, bem como um SLA de 5 dias para problemas não urgentes de limpeza no parque de estacionamento);
- Monitorização de performance de prestadores:
 - Intervenções atribuídas vs concluídas;
 - Tempos de resposta;
 - % cumprimento de planos contratados;
 - Reabertura de intervenções;
 - Atividades contratadas vs executadas.

Gestão de Auditorias

- Biblioteca de questões;
- *Templates* de auditorias;
- Planos de auditoria;
- Registo dos resultados da auditoria via *smartphone*;
- *Dashboards* específicos de monitorização e controlo da execução das auditorias e dos resultados das mesmas.

ManWinWin

Com origem em 1981, a Navaltik Management, proprietária do *software* integrado de gestão de manutenção ManWinWin, atualmente na sua 5ª geração, é uma empresa portuguesa de consultores de engenharia especializada na organização e gestão de manutenção e no fornecimento de aplicações informáticas neste domínio. O ManWinWin é um *software* standard de gestão de manutenção que alcança, com grande detalhe, a codificação e registo dos bens de manutenção, o planeamento e

gestão dos trabalhos de manutenção, a quantificação do esforço e dos custos de mão de obra, materiais e serviços, gestão de armazéns e consequentes indicadores de desempenho de manutenção. Atualmente o ManWinWin está disponível em nove idiomas – Português (Portugal), Português (Brasil), Inglês, Francês, Espanhol, Italiano, Romeno, Russo, Vietnamita – e assume-se como uma solução flexível, fácil de implementar e de utilização simples para a gestão e organização de manutenção de qualquer tipo de equipamentos: indústria & infraestruturas, edifícios, frotas e prestadores de serviços.

Caraterísticas técnicas do Software

- Desenvolvido nas mais recentes tecnologias Microsoft .NET e Microsoft SQL Server;
- Plataforma multi-utilizador;
- Possibilidade de imprimir ou exportar todo o tipo de informação da aplicação utilizando relatórios em *Crystal Reports*;
- Módulo de pedidos de manutenção, compras e armazém integrados, sem limite de utilizadores;
- Permite funcionamento remoto sob o conceito de *Remote Application*;
- Interface utilizador e desenho dos formulários alinhados pelas práticas típicas das soluções Microsoft.

Módulos de aplicação

- Manutenção;
- Custos e controlo orçamental;
- Armazéns;
- Encomendas;
- Pedidos de manutenção;
- Pedidos de armazém;
- Pedidos de compra;
- Registo automático de mão de obra.

Recursos Web

- Pedidos manutenção *Web*;
- ManWinWin *Quick*;
- ManWinWin *Web*.

Plugins

- *Workflow* de notificações por email;
- Importações;
- Relatórios avançados.

Funcionalidades

O *software* é fornecido com uma base de dados pré-parametrizada, de acordo com o que se pretende gerir: edifícios, frotas ou parques industriais.

O sistema tem uma interface moderna e intuitiva que pretende facilitar e acelerar as tarefas necessárias à criação e atualização de dados, destacando-se alguns recursos transversais a toda a aplicação:

- Filtro de dados com recurso a *will cards* (ex: “Comp*” retorna todos os registos começados por “comp”);
- Estruturas arborescentes. Sempre que se insere um novo registo, posiciona-se o cursor no registo imediatamente acima;
- *Label*/botão num só. Todas as configurações pré-parametrizadas podem ser chamadas a partir da própria *label* que é, na prática, um botão;
- Indicação, a cor vermelha, dos campos de preenchimento obrigatório e, a cor azul, dos de preenchimento preferencial;
- As impressões permitem sempre pré-visualização e exportação para os formatos mais comuns.

Glose EAM

A Glose é uma empresa portuguesa, formada por um grupo de engenheiros com elevada experiência (mais de 30 anos) nas áreas da Gestão da Manutenção e *Facility Management*, que opera em vários países, nomeadamente em Portugal, Espanha, Bélgica, Angola, Moçambique, Argélia e Brasil.

A Glose, criada em 2012, é uma produtora de software, especializada na gestão do ciclo de vida dos ativos e nos *Facility Management*, que atua em todos os sectores de atividade económica, com especial incidência nas áreas de Serviços, Indústria, Saúde e Transportes.

O Glose EAM é um *software* de gestão de ativos que permite otimizar e automatizar todas as atividades relacionadas com a gestão operacional do património de uma organização funcionando em duas plataformas: Portal Web e Mobilidade “Android”.

Através deste *software*, é possível identificar todos os ativos da organização, desde edifícios, equipamentos, viaturas, instalações técnicas, entre outros, procurando gerir o seu ciclo de vida.

Na perspetiva da empresa, a visão das tendências da manutenção encara a utilização da mobilidade como sendo fundamental, porquanto os operacionais trabalham exclusivamente com o telefone utilizando o portal apenas para *backoffice*.

O *software* de manutenção é composto por três elementos fundamentais:

- **Sistema “Core”** - Permite que a equipa responsável pela gestão e operação dos ativos acompanhe e planeie todas as atividades, em curso ou previstas, recebendo informação em tempo real sobre toda a operação;
- **Portal Web** - Os pedidos de trabalho podem ser efetuados de forma simples e rápida, quer sejam de “soft” ou “hard” *services* podendo o requisitante acompanhar o estado do pedido, isto é, se o mesmo se encontra aprovado e qual a respetiva situação a cada momento.
- **Mobilidade “Android”** - Permite aos operacionais, tanto internos como prestadores de serviço, a receção de informação de novos trabalhos a executar, o *report* da situação dos mesmos e a indicação do início e conclusão dos trabalhos, a imputação de mão de obra e materiais e a execução do plano de manutenção (inspeções e preventiva sistemática).

Gestão de Ativos

- Ficha de ativo e características;
- Decomposição dos ativos em sistemas e componentes;
- Ficheiro de componentes;
- Intermutabilidade de componentes;
- Artigos por ativo;
- Preparações de trabalho por ativo;
- Associação de ficheiros a ativos nos formatos jpgm bmp, tiff, Excel, Pdf, Word, AutoCad.

Gestão de Ordens de Trabalho

- Pedidos de Intervenção;
- Monitorização de pedidos e controlo SLAs;
- Envio automático de notificações por sms e/ou e-mail;
- Transferência de OT's entre *devices*;
- Custos de OT e controlo de orçamentos (materiais, mão de obra e serviços);
- Gestão de contratos de manutenção;
- Programação de OT's;

- Ligação a sistemas de gestão de edifícios, instalações ou alarmes.

Preventiva Sistemática

- Plano anual de manutenção preventiva;
- Gestão da manutenção preventiva (horas, kms, semanas);
- Geração automática do plano anual de preventivas;
- Gráficos da distribuição cargas semanais por equipa;
- Ligação de artigos a trabalhos de manutenção preventiva;
- Análise do cumprimento do plano (% desvios);
- Previsão de consumos semanais de artigos para a MP.

Manutenção Condicionada/Inspeções

- Programa semanal de inspeções por percurso;
- Geração automática de OT's anuais por ativo/inspeções;
- Consulta de inspeções em atraso;
- Cumprimento do plano anual de inspeções (% desvios);
- Previsão anual de hh's por setor, ativos, percurso, tipo de inspeção;
- Análise ABC de operações de inspeção;
- Gestão de alertas por operação de inspeção.

Compras/Stocks

- Gestão de compras;
- Gestão de stocks por multi-armazém;
- Pedidos e receção de compra;
- Propostas de compra de artigos (quantidade mínima e máxima, ponto de encomenda);
- Gestão de consulta ao mercado e comparação das mesmas;
- Fluxo de aprovações de encomendas por níveis;
- Análise e avaliação de fornecedores.

Estatística

- Análise de custos por estrutura arborescente (localizações);
- Controlo orçamental (setor, centro custo, localização);

- Análise de intervenções por causa e tipo de avarias;
- Análise de mão de obra em ativos e localizações;
- Estatística plurianual por ativo;
- *Dashboard* por setor, localização e ativo;
- Gestão e controlo dos consumos de energia (eletricidade, água e gás).

Lubrificação

- Programação de ações de lubrificação (semanas e contador);
- Programação semanal de lubrificação;
- Consulta de lubrificações em atraso;
- Previsão de consumos de lubrificantes;
- Registo e programação de análises;
- Análise ao histórico de lubrificação;
- Distribuição de cargas de trabalho por equipa/lubrificador.

Facility Management

- Gestão de resíduos (guias GAR);
- Gestão de gases fluorados;
- *Catering/Vending*;
- Limpezas;
- Estafetagem;
- *Pest Control*.

Frotas

- Custos de manutenção;
- Controlo de consumos;
- Controlo despesas exploração;
- Gestão de pneus;
- Gestão aluguer operacional;
- Indicadores de frota (custo/km);
- Importação de dados (consumos via verde).

Na Tabela 25 são apresentados os vários serviços que o *software* Glose EAM faculta para cada um dos quatro planos que disponibiliza.

Tabela 25 - Tipos de Serviços

Serviço	Basic	Standard	Premium	Premium Plus
Correção de erros	✓	✓	✓	✓
Disponibilização de novas versões	✓	✓	✓	✓
Portal de ticketing	✓	✓	✓	✓
Suporte telefónico (9h-18h) dias úteis	✗	✓	✓	✓
Suporte vídeo conferência	✗	✓	✓	✓
Diagnóstico remoto "Next Business Day"	✗	✗	✓	✓
Suporte Rep. Dedicado	✗	✗	✓	✓
SLA início intervenção 8 horas	✗	✗	✓	✓
Suporte telefónico 24x7	✗	✗	✗	✓

Em suma, considerando a informação disponível, os três *softwares* abordados neste capítulo parecem adequar-se à execução do modelo estratégico selecionado. Todavia, não sendo possível aceder a uma versão experimental aquando da redação da dissertação, foi selecionado um dos *softwares*, tendo em conta as especificidades descritas pelos fornecedores, nome no mercado e empresas que o utilizam. Assim, a escolha recaiu no *software* NextBitt para implementar o modelo selecionado e, deste modo, permitir uma melhor organização do departamento de manutenção.

CONCLUSÕES

- 4.1 Conclusões
- 4.2 Proposta de Trabalhos Futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste último capítulo são expostas as considerações finais do trabalho realizado dando-se especial ênfase à avaliação do cumprimento dos objetivos inicialmente propostos e apresentam-se, ainda, algumas propostas de ações a desenvolver no futuro, numa perspetiva de melhoria contínua do desempenho da manutenção.

4.1 Conclusões

A Manutenção assume-se como uma função essencial para enfrentar os desafios que os mercados atuais impõem, na medida em que reforça a sua competitividade nas empresas, a qualidade dos seus produtos ou serviços, a flexibilidade dos seus processos e a formação e valorização dos seus recursos humanos.

A Função Manutenção tem evoluído em larga escala ao longo da última década, principalmente no desenvolvimento de várias estratégias de gestão, com o objetivo de proporcionar uma maior segurança, um menor impacto ambiental e uma melhor qualidade dos produtos ou serviços, a custos otimizados.

Este trabalho contemplou diversos aspetos relacionados com a gestão da manutenção visando determinar um modelo estratégico de manutenção de instalações e equipamentos de um conjunto de clubes de *Health & Fitness* que garantisse, a custos reduzidos, por um lado, disponibilidade e conforto das instalações e, por outro, qualidade de serviço. No entanto, compreendeu-se, desde logo, que não seria uma tarefa fácil, principalmente pelas inúmeras variáveis relacionadas com o processo produtivo e de gestão. Sabia-se também que, dificilmente, se conseguiria encontrar um único modelo de gestão estratégico de manutenção capaz de ser considerado o melhor.

Numa primeira fase, procedeu-se à análise do modelo estratégico de manutenção atual e à análise dos respetivos custos. O modelo atual apresenta um custo de 720.716,000 €, valor que irá aumentar após o término da garantia dos equipamentos de ginásio mais recentes implicando, posteriormente, a celebração de um contrato de manutenção, como já acontece em alguns clubes.

Seguidamente, foram definidos quatro novos modelos estratégicos de manutenção, com vista à obtenção de vantagem competitiva e, com isso, conseguir melhor desempenho e redução de custos tendo sido, ainda, calculados os custos de cada modelo. A análise dos custos permitiu concluir que apenas um dos novos modelos propostos apresentaria um custo (727.856,000 €) superior ao modelo atual.

Após a definição dos novos modelos, foi necessário efetuar um estudo rigoroso, de modo a selecionar o modelo de manutenção adequado aos objetivos estratégicos da empresa. Para o efeito, foram definidos critérios que possibilitassem uma melhor análise e seleção dos modelos, dado não ser possível limitar a análise exclusivamente ao custo de cada um deles incluindo-se, assim, mais seis critérios: qualidade, tempo, eficiência, recursos humanos, aprovisionamento e implementação. De seguida, procedeu-se à utilização de um método multicritério de análise de decisão, com o objetivo de selecionar, com eficácia, o modelo mais adequado.

Aplicado o método multicritério, inferiu-se que a alternativa recomendada a ser implementada seria o modelo 1 (A1), porquanto se assumia como a alternativa com maior peso (33,35%). O modelo atual obteve 17,61% posicionando-se no terceiro lugar da hierarquia das alternativas.

O modelo selecionado apresenta uma estrutura totalmente interna garantindo maior autonomia em relação ao modelo atual que, por sua vez, apresentava uma organização virada para o *outsourcing*. Com a utilização do modelo 1, obteve-se, no imediato, uma redução de custos de 1,46%. No entanto, este valor irá aumentar, logo que os contratos de garantia com os equipamentos de ginásio terminem, porquanto se tornará necessário celebrar contratos de manutenção, tal como ocorre em alguns clubes.

Estabelecido o modelo a implementar foram, ainda, decididas as formas de comunicação dentro do organograma da estrutura do departamento de manutenção.

Por fim, o objetivo final deste trabalho impunha a seleção de um *software* de gestão de manutenção para implementar o modelo selecionado, de modo a satisfazer as exigências da empresa.

Após seleção e maturação do modelo, o departamento de manutenção encontra-se em condições para introduzir um *software* de gestão de manutenção implementando o modelo selecionado, o que permitirá melhorar a organização dos registos de ocorrência, possibilitar um planeamento mais rigoroso e, consequentemente, obter indicadores de gestão em tempo real melhorando, ainda mais, a rentabilidade da equipa de manutenção e a vida útil dos seus equipamentos.

Foram analisados três *softwares* de manutenção, bastante utilizados no mercado, tendo sido igualmente feita uma descrição de cada um deles. O processo de seleção do *software* não constituiu tarefa fácil, pois não foi possível aceder aos *softwares* de manutenção, dado não possuírem uma versão gratuita tornando, assim, difícil a seleção. Pela análise feita às características dos *softwares* e, tendo em conta o seu nome no mercado e as empresas que o utilizam, sugere-se o *software* NextBitt para implementar o modelo selecionado e, deste modo, permitir uma melhor organização do departamento de manutenção.

Em suma, considera-se que foram alcançados todos os objetivos traçados para este trabalho e, apesar de não existir um único caminho ou metodologia corretos e ideais para a gestão estratégica de um departamento de manutenção, existem práticas,

conceitos e técnicas diversas que, se aplicados correta e coerentemente, poderão garantir excelentes resultados para a organização.

4.2 Proposta de Trabalhos Futuros

Na sequência do presente trabalho surgiram alguns aspetos que se revelaram interessantes e que possibilitam vários tipos de abordagens futuras.

Procurando dar continuidade a este estudo, com a informação recolhida, seria aliciente implementar na empresa o modelo estratégico de manutenção selecionado, através do método multicritério AHP, definindo-se depois indicadores e mecanismos de controlo procedendo-se, ainda, à realização de um Balanced Scorecard e à avaliação da implementação do modelo, bem como da gestão da mudança.

Com base nos procedimentos utilizados para a realização deste trabalho, propõe-se efetuar a seleção do melhor modelo estratégico, que cumpra todos os critérios impostos, utilizando outra técnica de tomada de decisão diferente do método multicritério AHP.

Outra análise possível seria a definição de novos modelos estratégicos de manutenção, distintos dos propostos nesta dissertação recorrendo, de seguida, a um método multicritério para auxiliar na escolha do modelo que seja capaz de cumprir todos os critérios impostos. Seria igualmente possível utilizar outros critérios, diferentes daqueles que foram usados para realizar a avaliação das ações recomendadas.

Obviamente que as propostas não se limitam às sugestões apresentadas havendo, sem dúvida, várias outras possibilidades interessantes para serem estudadas.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- AFNOR. (1994). Cinco níveis de manutenção. NF X60-010.
- Almeida, G. (2011). *Manutenção Preventiva: implementação de um caso prático*. Universidade de Aveiro.
- Assis, R. (2010). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos*. Lisboa: LIDEL.
- Barros, M., Marins, C., & Souza, D. O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA TOMADA DE DECISÕES GERENCIAIS – UM ESTUDO DE CASO (2009).
- Bhushan, N., & Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. Berlim: Springer.
- Briozo, R., & Musetti, M. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h (2015).
- Bunkley, N. (2008). Joseph Juran, 103, Pioneer in Quality Control, Dies. *The New York Times*.
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática...* Lisboa: LIDEL.
- Cabral, J. P. (2009). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios*. Lisboa: LIDEL.
- Cabrita, C., & Silva, C. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção Industrial*. Covilhã: Unidade Científica e Pedagógica de Ciências de Engenharia da Universidade da Beira Interior.
- Campbell, J., & Jardine, A. (2001). *Maintenance Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions*. Nova Iorque: Marcel Dekker.
- Canuto, R. (2009). *As Melhores Práticas de Gestão para a Melhoria da Fiabilidade Operacional*. Universidade Aberta.
- Cardoso, P. (1999). *TPM - Uma Filosofia de Futuro. Análise e Implementação de TPM em Unidade Industrial*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Carnero, M., & Novés, J. (2006). Selection of computerised maintenance management system by means of multicriterial methods. *Production Planning & Control*, 17(4), 335–354.
- Carvalho, A. (2014). *Gestão de stocks como fator determinante para a melhoria do serviço ao cliente*. Universidade do Minho.

- Chiu, H., & Huang, B. (1996). The economic design of x-control charts under a preventive maintenance policy. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 13(1), 61–71.
- Coetzee, J. (1999). A holistic approach to the maintenance “problem.” *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), 276–381.
- Costa, M. (2013). *Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade Para Melhorar o Resultado Operacional*. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Costa, R. (2012). *Utilização de metodologias multicritério de apoio à decisão como ferramenta de suporte numa empresa de serviços energéticos*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Dhillon, B. (2006). *Maintainability, Maintenance and Reliability for Engineers*. Florida: CRC Press.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Campbell, J. (1999). *Planning and Control of Maintenance Systems: Modeling and Analysis*. Nova Iorque: John Wiley & Sons.
- Farinha, J. (1997). *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares: Uma Abordagem Terológica*. Coimbra: Livraria Minerva Editora.
- Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção*. Porto: Publindústria.
- Fey, R., & Gogue, J. M. (1989). *Princípios da Gestão da Qualidade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Filipe, F. (2006). *Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- GIAGI. (2007). *Gestão da Manutenção e Disponibilidade dos Equipamentos*. Aveiro: GIAGI.
- Gonçalves, M. (2014). *Modelo de Gestão de Stocks de Peças de Reposição da Brisa Inovação e Tecnologia*. Universidade Nova de Lisboa.
- Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review. *European Journal of Operational Research*, 186, 211–228.
- IPQ. (2009). Indicadores de desempenho de manutenção (KPI). NP EN 15341.
- IPQ. (2010). Terminologia da Manutenção. NP EN 13306.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19, 55–78.
- Jordão, B., & Pereira, S. A ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA TOMADA DE DECISÃO - O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty: Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto (2006).
- Kans, M. (2008). An approach for determining the requirements of computerized maintenance management systems. *Journal Computers in Industry*, 59(1), 32–40.

- Kardec, A., & Nascif, J. (2009). *Manutenção: Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Marques, R. (2012). *Criação de um Plano de Manutenção para o Equipamento Torno Descascadeira Utilizando Conceitos de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e Manutenção Produtiva Total (MPT)*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Meland, O. (2010). Employing Key Performance Indicators (KPIs) for improving processes within maintenance. *Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications*, 1, 551–557.
- Mirshawka, V., & Olmedo, N. (1993). *Manutenção: Combate aos Custos da Não-Eficácia: A vez do Brasil*. São Paulo: Makron Books.
- Mobley, K., Higgins, L., & Wikoff, D. (2008). *Maintenance Engineering Handbook*. Nova Iorque: McGraw-Hill Education.
- Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*. São Paulo: Editor Durban.
- Naguib, H. (1993). A roadmap for the implementation of total productive maintenance (TPM) in semiconductor manufacturing operations. *Proceedings of the International Semiconductor Manufacturing Science Symposium*, 89–97.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.
- Oliveira, D. (2013). *Implementação de um plano de manutenção preventiva numa empresa de fundição*. Universidade do Minho.
- Oliveira, F. (2014). *A gestão de stocks do serviço de assistência técnica na área da eletromedicina*. Instituto Superior de Administração e Contabilidade do Porto.
- Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lisboa: Monitor.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean: Hoje, manter a mesma velocidade é o suficiente para perder terreno para a concorrência...* Lisboa: LIDEL.
- Pinto, V. (1994). *Gestão da Manutenção*. Lisboa: IAPMEI.
- Ramada, O. (2008). *Impacto do Baixo Custo da mão de obra Qualificada dos Países Emergentes no mercado do Software*. Universidade de Aveiro.
- Ramos, P. (2012). *Organização e Gestão da Manutenção Industrial: Aplicação Teórico-prática às Fábricas Lusitana - Produtos Alimentares, S.A.* Universidade da Beira Interior.
- Santos, F. (2008). Análise de investimentos em AMT (Advanced Manufacturing Technology): Uso de um modelo multicriterial - AHP (Analytic Hierarchy Process). Universidade Federal de Minas Gerais.
- Sinfic. (2011). A Curva ABC e a Gestão de Stocks.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração de Produção*. São Paulo:

Atlas.

Souris, J.-P. (1990). *La Maintenance, Source de Profits*. Paris: Éditions d'Organisation.

Sousa, J. (2011). *Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial*. Universidade do Minho.

Tavares, L. (1999). *Administração Moderna da Manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações.

Treno, N. (2012). *Aplicação de Metodologias Lean na Manutenção da Simoldes Aços*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Vilas Boas, C. (2006). *Modelo Multicritérios De Apoio À Decisão Aplicado Ao Uso Múltiplo De Reservatórios: Estudo Da Barragem Do Ribeirão João Leite*. Universidade de Brasília.

Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *TPM: A Route To World Class Performance*. London: Butterworth Heinemann.

Wireman, T. (2005). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. Nova Iorque: Industrial Press.